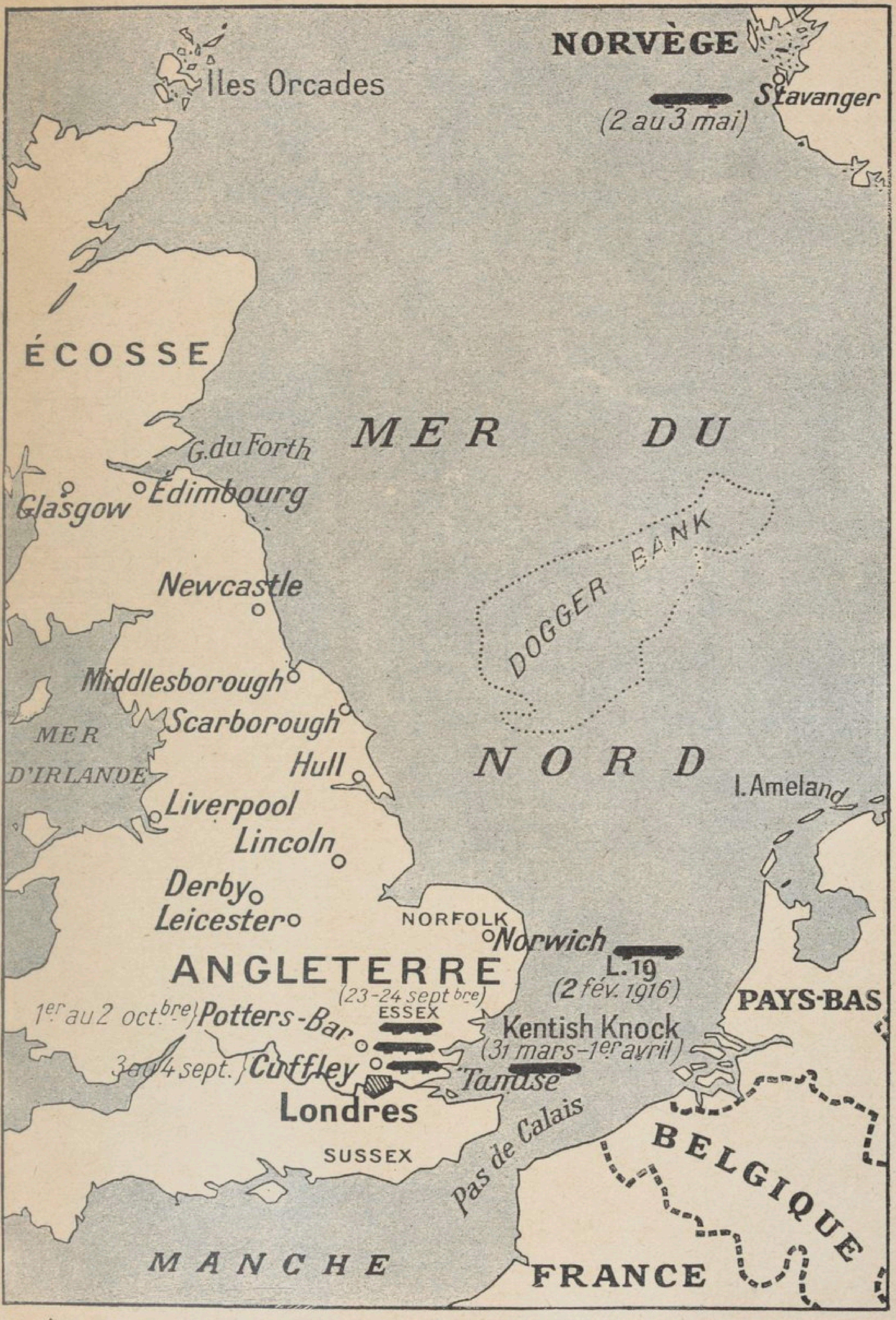
Nº 29. Nov. 1916.

12e Numéro spécial : 1f 5

LA SCIENCE ET LA VIE

LE PRÉSENT NUMÉRO (29), RELIÉ AVEC LES DEUX QUI L'ONT PRÉCÉDÉ (27 ET 28), EST DESTINÉ A FORMER LE VOLUME X DE LA COLLECTION GÉNÉRALE ET LE TOME IV DE L'ÉDITION DE GUERRE DE "LA SCIENCE ET LA VIE"



LA CÔTE ORIENTALE DE L'ANGLETERRE, DÉJA VISITÉE QUARANTE FOIS PAR LES ZEPPELINS

Cette carte montre les points où nos alliés abattirent des dirigeables allemands.

LE PROCHAIN NUMÉRO DE
" LA SCIENCE ET LA VIE "
PARAITRA en JANVIER 1917

Édité par "LA SCIENCE ET LA VIE"

LE ROYAUME ROUMAIN ET LES ÉTATS LIMITROPHES

Numéro 29. — OCTOBRE-NOVEMBRE 1916

N° 29. # SOMMAIRE Tome X.

(OCTOBRE ET NOVEMBRE 1916)

La constitution de la Roumanie en royaume indépendant	Paul Labbé, Secrétaire général de l'« Effort de la France et de ses Alliés ».	387
Une voie sous-marine entre la France et l'Angleterre	H. Berthélemy, Professeur à la Faculté de droit de Paris.	397
Les cuirasses de nos navires de combat	J. Delaville, Ancien ingénieur des Constructions navales.	411
Le duel entre la vapeur et l'électricité sur les voies ferrées	Luigi Fertucci, Ingénieur honoraire des Chemins de fer suisses.	425
La reproduction mécanique du mouvement de la houle	Colonel G. Russo, Ingénieur du génie naval italien.	439
Les acides industriels et la guerre	Charles Lordier, Ingénieur civil des Mines.	449
L'offensive anglo-française se poursuit victorieusement dans la Somme		457
Les Russes sont toujours en excellente posture		465
Vigoureusement, la Roumanie entre en scène		469
Les Italiens accentuent leurs progrès		473
Sur le front balkanique l'offensive générale est engagée		475
Les événements de mer		481
L'aviation française triomphe magnifiquement		483
L'art de la guerre simplifié et à la portée de tous	Général X.	489
La pâte de bois pour fabriquer le papier	A. Beauvisage, Ingén. des Arts et Manufactures.	503
Le tir à la cible est mieux qu'un sport : c'est une science	Cap. G. Florivet, Ancien officier instructeur de tir.	511
Les obus à coiffe	Commandant L. V.	519
La chirurgie des navires	Arsène Mandron, Surveillant en chef de chantiers de constructions maritimes.	523
La prothèse et la rééducation des blessés militaires	Professeur Amar, Dir. du Laboratoire des recherches sur le travail professionnel et la prothèse militaire.	535
La cartouche du 77 allemand		550
Pour écrire et dessiner à distance	Alfred Assolin	551
Les cuisines des armées en campagne	Henry Nivolly, Ancien officier principal du Service des Subsistances.	555
Le tir des canons antiaériens	G. Vercourt	565
Chronologie des faits de guerre sur tous les fronts		571

HORS TEXTE : Grande carte en couleurs de la Roumanie.

LE ROI CHARLES I^er^ DE ROUMANIE

*Fondateur du royaume balkanique sur lequel règne aujourd'hui son neveu, Ferdinand I^er^*

LA SCIENCE ET LA VIE

MAGAZINE DES SCIENCES ET DE LEURS APPLICATIONS A LA VIE MODERNE

Rédigé et illustré pour être compris de tous

Paraît chaque mois — Abonnements : France 12 fr., Étranger 20 fr.

Rédaction, Administration et Publicité : 18, rue d'Enghien, PARIS - Téléphone : Gutenberg 02-75

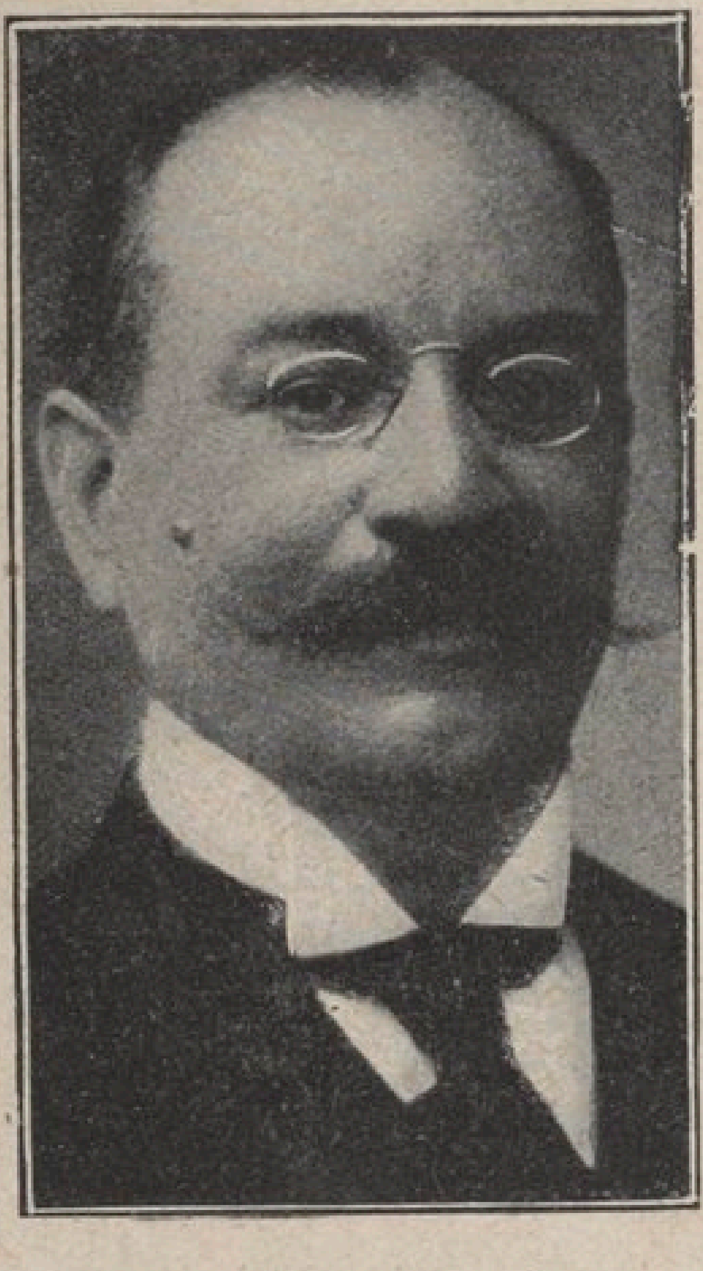
Tome X | Octobre-Novembre 1916 | Numéro 29

LA CONSTITUTION DE LA ROUMANIE EN ROYAUME INDÉPENDANT

par Paul LABBÉ

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL DE « L'EFFORT DE LA FRANCE ET DE SES ALLIÉS »

Au moment où les Latins d'Orient combattent pour soutenir la plus noble des causes, pour faire valoir des droits incontestables et pour réaliser des espérances, il est juste de rendre hommage à la sagesse et à l'habileté de ceux qui, depuis cinquante ans, ont conduit la politique roumaine. Avec un sens admirable des réalités, ils ont toujours su attendre patiemment les heures décisives, tirer tous les avantages possibles d'événements posément, lentement préparés et profiter même de ceux dont ils n'avaient pas su prévoir toutes les conséquences.



M. PAUL LABBÉ

Charles de Hohenzollern-Sigmaringen, en montant sur le trône, n'a pas cherché, comme le roi d'occasion qui règne à Sofia, à mettre ses sujets au service de ses ambitions et de ses rancunes; il a compris les devoirs que l'honneur lui imposait et les sacrifices que sa patrie nouvelle pouvait exiger de sa nationalité d'autrefois. Respectueux de la constitution, dont il devenait le gardien, il voulut, en prenant la direction d'un peuple fidèle à ses origines et resté, à travers les âges, fièrement latin malgré tous et malgré tout, rendre à l'ancienne Dacie, la vieille terre d'Aurélien, la prospérité, la richesse, le bonheur qu'elle avait depuis si longtemps perdus.

La Roumanie s'en souvient toujours : elle fut la Dacie heureuse, la *Dacia felix* célébrée par les écrivains de Rome. Les soldats de Trajan en firent une colonie fertile et merveilleuse; des villes florissantes s'élevèrent au milieu de vastes champs cultivés et les mines exploitées y fournissaient à profusion l'or et les métaux précieux. Hélas ! le vaste édifice romain s'écroula tout à coup; la ruine succéda à l'opulence, la barbarie à la civilisation. Les invasions transformèrent le pays en champ de bataille et de désolation, foulé par les Goths, puis par les Avares. Les Slaves, les Bulgares, les Hongrois, les Turcs y apparurent tour à tour; pendant des siècles, aucune épreuve, aucune souffrance ne lui furent épargnées ; mais au sein des terres fécondes, au fond des âmes fidèles, Rome avait jeté si profondément la bonne semence que rien ne put l'étouffer et que le sang bleu qui coule encore dans les veines roumaines est toujours du sang latin, brûlant et généreux.

Au XVIII^e siècle seulement, la Moldavie

et la Valachie, que le jeu des traités avait arrachées peu à peu au joug des Turcs sous le nom de principautés danubiennes mais qui ne parvenaient pas pourtant à dégager leur unité du chaos de la question d'Orient, connurent enfin quelques moments de liberté relative. Elles les durent aux Russes, dont l'influence a laissé sa trace dans les mœurs, dans le caractère, dans la langue même des Roumains d'aujourd'hui. Le peuple ne comptait pas : il était corvéable à merci. Les vieilles dynasties des chefs indigènes avaient été remplacées par des Grecs du Phanar, flibustiers et aventuriers levantins, d'origine souvent imprécise qui, sous prétexte de lever l'impôt, commirent les pires exactions, accompagnés de toute une suite de voleurs sinistres, mais pourtant de moindre envergure. L'homme, traité en esclave et en bête de somme, était vendu avec la terre, à la façon d'un arbre qui ne peut se séparer du sol dans lequel il a été planté. C'est l'époque cruelle des foires aux tsiganes et des foires aux filles.

En 1821, le sentiment national réveillé se manifesta enfin, et, quelques années plus tard, en 1826, une convention russo-turque confirma les privilèges des principautés, à qui fut reconnue la faculté de commercer librement, ainsi que le droit d'établir un cordon de quarantaine le long du Danube. On leur faisait même la promesse d'une constitution qui devait être réglée par une loi organique élaborée sous le contrôle de la Russie, au sein d'assemblées solennelles d'évêques et de boyards, tenues dans les deux capitales, à Bucarest et à Iassy.

CARTE MONTRANT LES ACQUISITIONS ET LES PERTES TERRITORIALES DE LA ROUMANIE

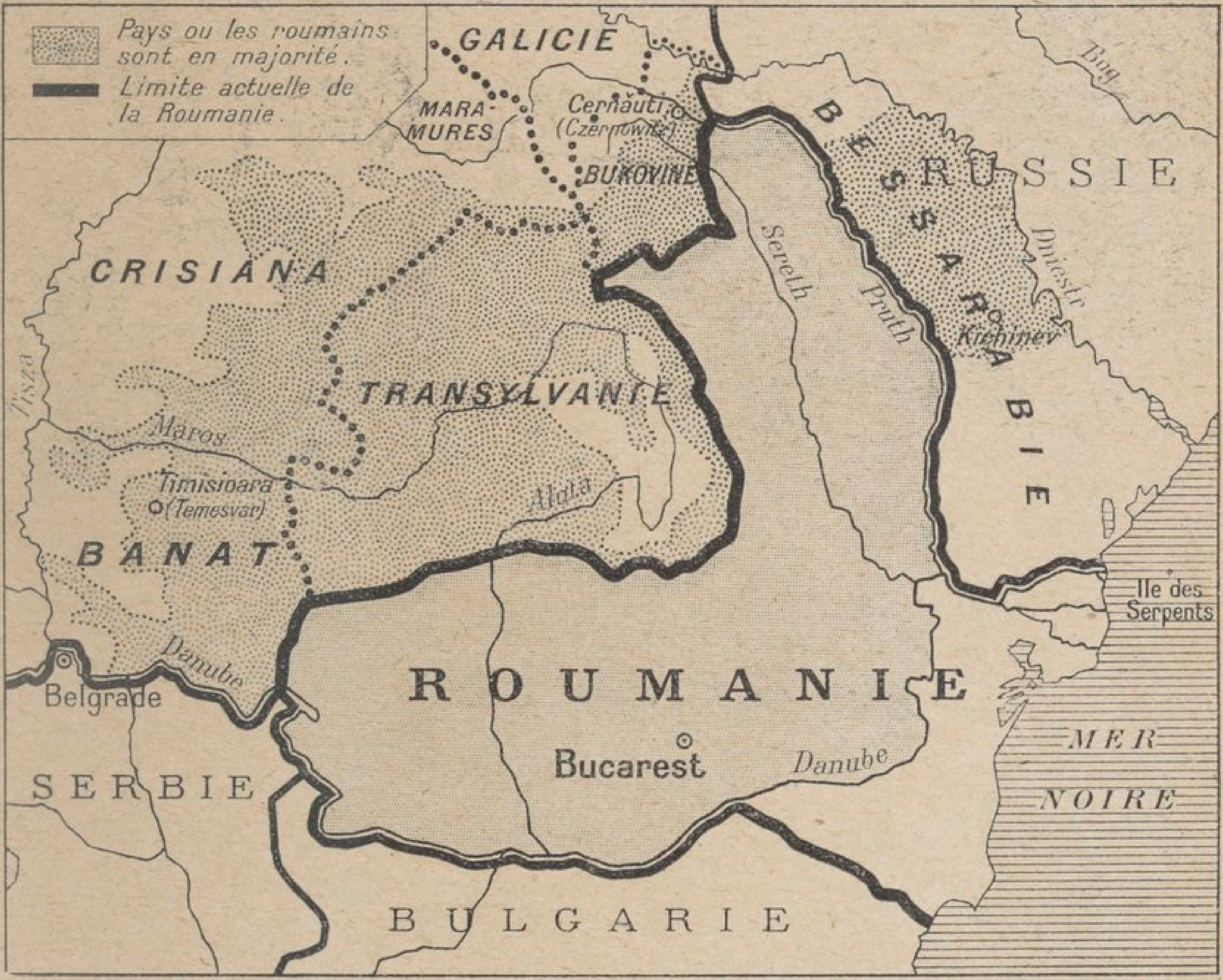
La Porte ne ratifia cette constitution, peu libérale d'ailleurs, qu'en 1834 ; les privilèges féodaux y étaient respectés. La Moldavie put donc choisir un hospodar dans la personne de Michel Stourdza (1834-1848), et la Valachie élut successivement à la même dignité Alexandre Ghica (1834-1842) et Georges-Démètre

Bibesco, qui introduisit dans son beau pays la culture française (1842-1848).

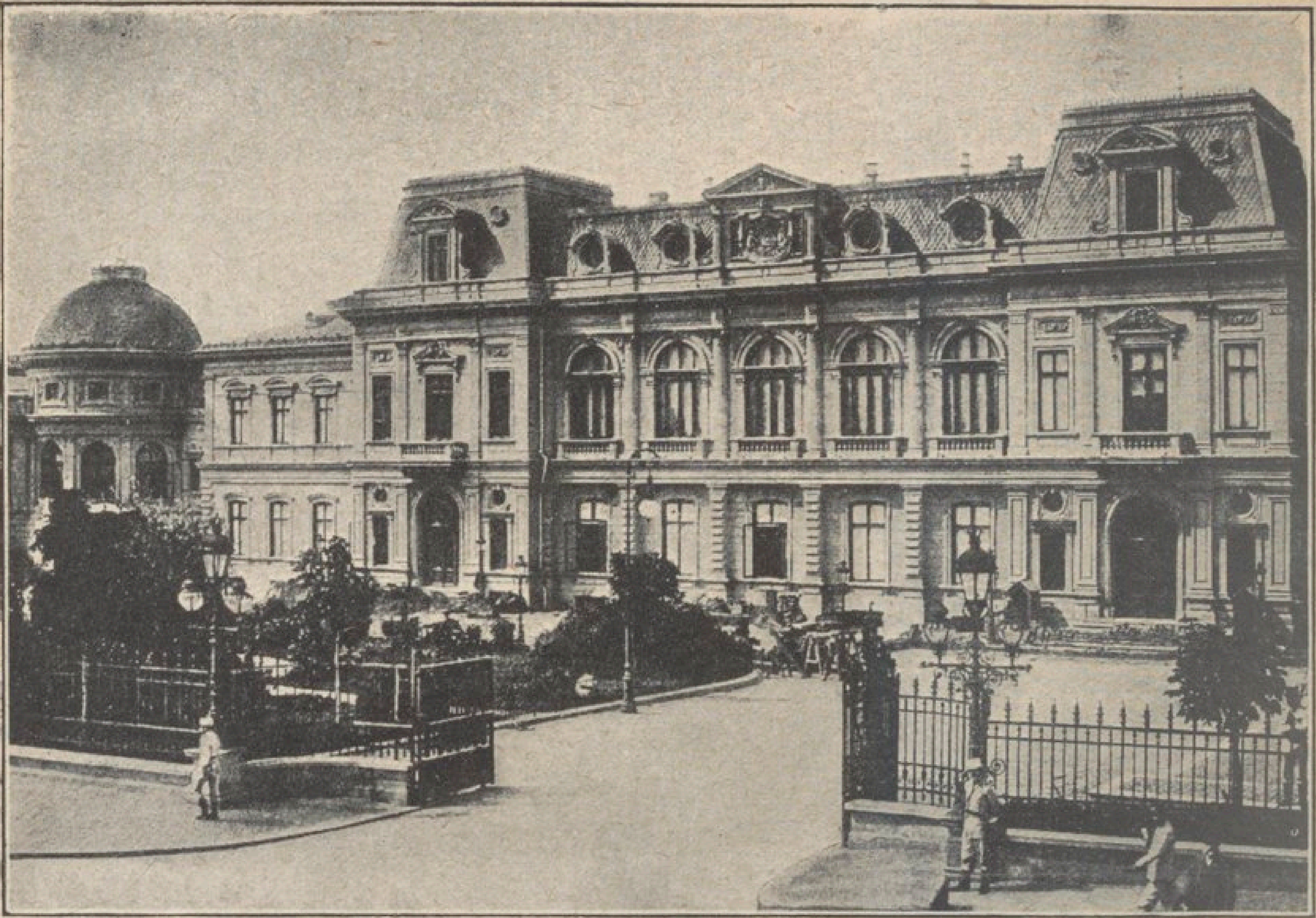
L'influence russe, restée prédominante depuis 1711, s'était affirmée par le traité de Kutchuk Kainardji en 1774, qui avait donné la haute main au tsar sur la politique des Principautés. Par les traités de 1812, 1826 et 1829, la Bessarabie et les Bouches du Danube (Sulina et Saint-Georges) furent rattachées à l'empire ; enfin, on peut dire que depuis la reconnaissance de la constitution jusqu'en 1848, le consul russe de Bucarest fut tout puissant. La Turquie avait traité les Principautés en esclaves, les Russes étaient plus cléments, mais ils considéraient les pays danubiens comme leur rempart contre les Turcs, comme la forteresse d'avant-garde qu'on pouvait, selon les caprices de la fortune, prendre en gage ou donner en rançon.

Le mouvement révolutionnaire qui ébranla l'Europe en 1848 fut particulièrement violent à Budapest : il se propagea dans les Principautés, grâce aux populations roumaines de Hongrie et de Transylvanie. En Moldavie, Michel Stourdza fut facilement maître de l'agitation, mais en Valachie, l'émeute gagna les masses et le peuple réclama une constitution. Bibesco, après en avoir signé le projet, passa en Transylvanie, et la Russie, effrayée par les conséquences que pouvaient avoir des événements qu'elle ne pouvait pas arrêter, comprit que la révolution était dirigée contre elle ; elle en appela aux Turcs, les poussant à franchir le Danube pour rétablir l'état de choses fixé par les traités. En 1849, les deux pays, d'accord, conférèrent au prince Stirbey et au prince Ghica l'administration de la Valachie et de la Moldavie.

Bannis de leur pays, les représentants de la noblesse roumaine se trouvèrent en contact direct avec la civilisation de l'Europe occidentale. C'est dans les universités de France, d'Italie et d'Allemagne que les futurs hommes d'Etat



CETTE CARTE MONTRE LES TERRITOIRES ÉTRANGERS OU LA POPULATION EST ROUMAINE



LE PALAIS DU SOUVERAIN ET DE LA FAMILLE ROYALE DE ROUMANIE, A BUCAREST

firent leur apprentissage. La voix des maîtres trouva un écho dans leurs cœurs ; elle éveilla chez eux des idées généreuses, et, quand ils rentrèrent dans leur pays, ils n'eurent plus qu'un but : travailler à l'émancipation de leurs compatriotes, avec la conviction que les progrès des peuples viennent surtout de l'instruction et de l'éducation qui leur sont données.

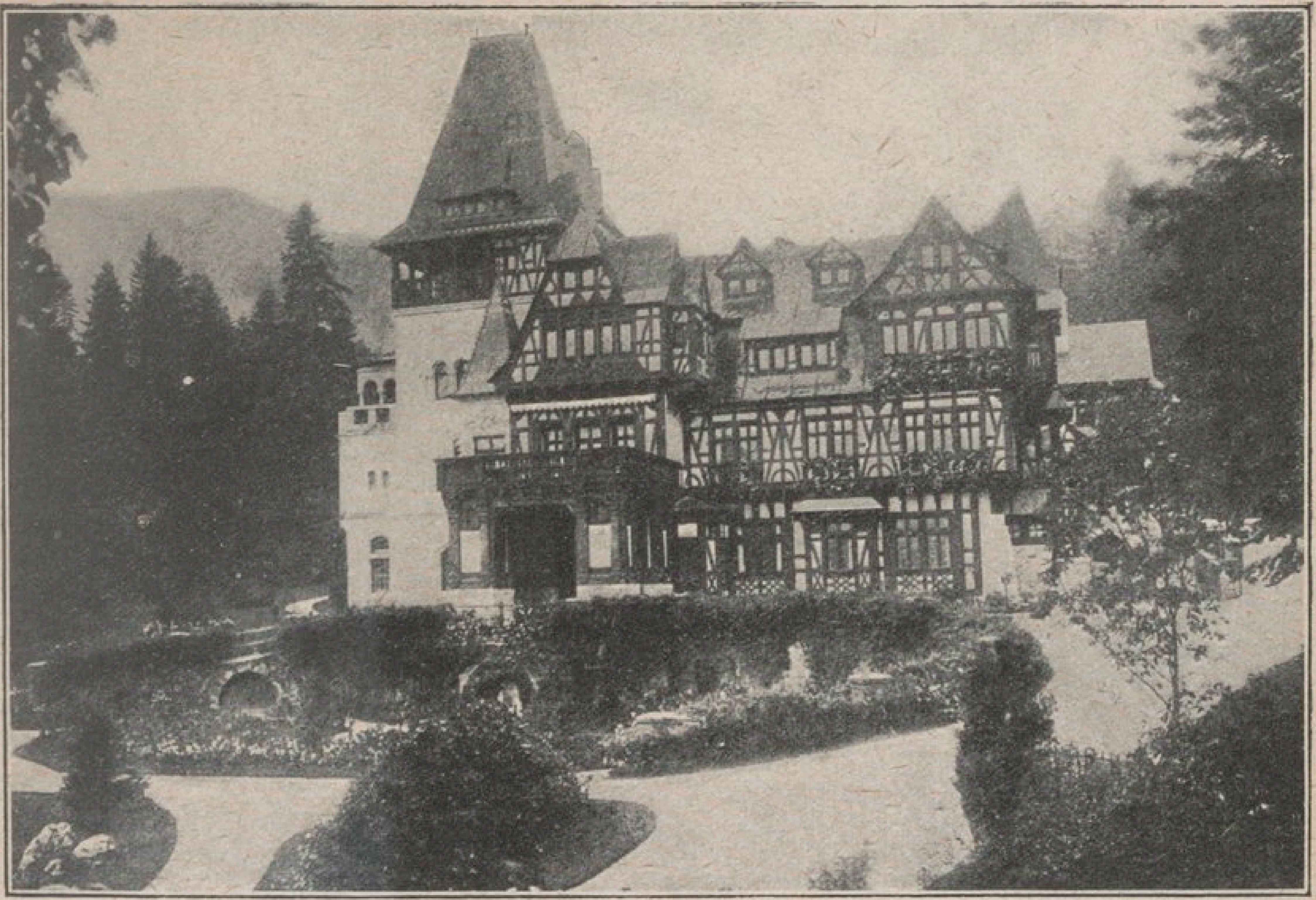
On sait l'importance qu'eut le traité de Paris de 1856 pour la Roumanie qui, après la guerre de Crimée, avait connu une fois encore l'occupation étrangère. Les Principautés reçurent la garantie collective des puissances, la suzeraineté de la Porte devenait simplement nominale, et une partie de la Bessarabie méridionale, ainsi que les Bouches du Danube recouvrèrent la liberté. Le sultan acquiesça aux propositions des puissances qui décidèrent de créer à Focshani une commission centrale pour la préparation des lois concernant les intérêts communs aux deux Principautés. Les députés furent appelés à élire deux princes : le choix de la Moldavie suivit bientôt celui de la Valachie; tous deux se portèrent sur le colonel Couza, préfet de Galatz, et ainsi fut réalisé le vœu des délégués nationaux qui avaient unanimement demandé la réunion des principautés en un seul Etat, sous le nom de Roumanie. Ils avaient, il est vrai, proposé l'élection d'un prince étranger choisi dans des dynasties régnantes. Les puissances ratifièrent, en 1862, l'élection du prince Couza, homme très cultivé, et les deux assemblées furent fondues en une seule, celle de Bucarest, où siégèrent désormais le ministère commun et le conseil d'Etat.

Alexandre Couza fit preuve, au début de son administration, d'un esprit libéral et d'une certaine habileté ; c'est à lui que l'on doit la sécularisation et la lutte victorieuse contre les moines grecs, dont les terres acquises par l'Etat furent données aux paysans avec l'interdiction de les vendre ou de les céder pendant un laps de vingt ans. L'expulsion de ces moines, l'émancipation des serfs, l'établissement du principe, plus ou moins respecté, de l'instruction gratuite et obligatoire, sont des événements dont les conséquences furent immenses, tout à l'honneur de Couza ; les derniers vestiges du régime féodal disparaissaient, des écoles étaient ouvertes et des universités qui devaient devenir célèbres étaient

créées à Iassy et à Bucarest. Le prince Couza avait fait ses études à Paris.

En 1864, l'assemblée dissoute fut remplacée par un Parlement, composé de deux Chambres ; les corvées furent abolies, et le droit de vote s'étendit à tous les citoyens ; malheureusement, Couza, qui trouva toujours un appui fidèle auprès de Napoléon III, voulut centraliser tout le pouvoir entre ses mains et chercha à créer, avant l'heure, le royaume de Roumanie. Il avait contre lui la noblesse et le clergé, qu'il avait atteints dans leurs plus chers privilèges, et même le peuple, dont il avait pourtant amélioré la situation, mais qui trouvait les mesures insuffisantes et prenait peu à peu le sentiment de sa personnalité. Il fut forcé d'abdiquer en 1866 et remit le pouvoir entre les mains du Conseil de Régence, présidé par le prince Ghica. Il sembla impossible de trouver dans les principales familles princières indigènes ou roumanisées le successeur de Couza ; trop de rivalités s'y opposaient et l'on revint à l'idée, déjà émise officiellement, d'offrir la couronne à un prince étranger. On songea tout d'abord au comte de Flandre, frère de Léopold de Belgique, qui, pour raison de santé — c'est du moins la raison mise en avant — ne put accepter l'honneur qu'on lui proposait.

A la suite d'un referendum qui avait abouti à l'unanimité presque complète, la candidature du prince Charles, second fils du prince Charles-Antoine de Hohenzollern-Sigmaringen, officier dans l'armée prussienne et âgé de vingt-sept ans, fut admise, et c'est Jean Bratiano lui-même qui, avec l'appui officiel de Napoléon III et le consentement tacite du roi Guillaume de Prusse, alla à Dusseldorf lui offrir le trône. Le prince demanda un congé, partit pour Zurich, traversa, portant les lunettes bleues, classiques en ce genre d'aventures, l'Autriche à la veille de Sadowa, sous le nom de colonel Hettingen. Il trouva, à Bazias, Bratiano qui l'attendait pour le conduire à Bucarest en passant par Turn-Severin et par Craïova. Son entrée dans la capitale fut célébrée le 23 mai 1866 par un *Te Deum* à l'issue duquel le prince jura devant la Chambre, sur la Croix et sur l'Evangile, de respecter la loi du pays et de maintenir les droits et l'intégrité du territoire. On peut dire que ce jour-là l'indépendance roumaine était réalisée. Pourtant, le prince Carol se rendit en octobre à Constantinople pour y recevoir le firman

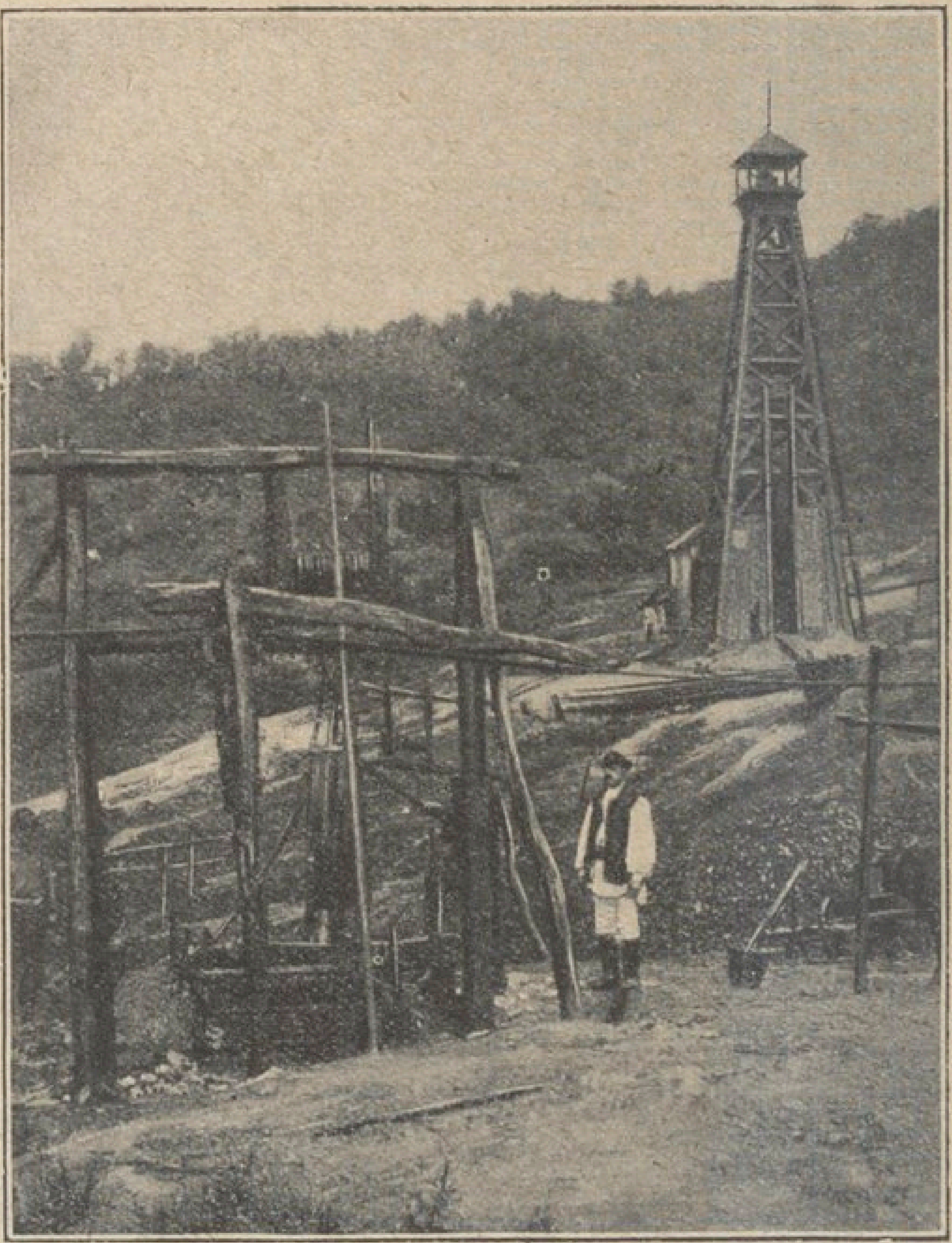


LE CHATEAU DE SINAÏA, RÉSIDENCE D'ÉTÉ DU ROI FERDINAND DE ROUMANIE

d'investiture du sultan, consacrant, avec le principe d'hérédité dans sa famille, le droit absolu pour la Roumanie d'entretenir une armée de 30.000 hommes.

Le chef suprême n'était donc plus élu par les métropolites, par les évêques et les grands boyards; la royauté devenait héréditaire de mâle en mâle par ordre de primogéniture, et tous les princes qui devaient naître après la proclamation de la constitution seraient élevés dans le culte orthodoxe, religion officielle du pays. La constitution déclarait le territoire indivisible et inaliénable; elle interdisait la colonisation aux étrangers, établissait l'égalité des droits entre tous les Roumains, assurait l'inviolabilité du domicile et de la propriété, garantissait la liberté individuelle et proclamait la liberté de conscience, ainsi que celle de la presse et de la parole. Depuis son application, elle n'a supporté que deux modifications : la première relative au sort des étrangers, la seconde à la loi électorale.

Lors de l'avènement du roi Carol, la situation était loin d'être brillante : il trouvait le trésor vide et une dette flottante qui dépassait 150 millions ; une armée mal organisée, impuissante à réprimer les mutineries de la garde nationale ; deux fléaux, le choléra et la famine, sévissaient, et le peuple, qui souffrait, s'en prit, comme toujours dans ce cas-là, au gouvernement. Un vote de blâme amena aux affaires un ministère Kretzulscu, dont le véritable chef était un grand homme d'Etat : Jean Bratiano, chargé du portefeuille de l'Intérieur. Il proposa de faire du souverain le plus grand des propriétaires roumains et lui fit offrir, par le Parlement, les immenses domaines de la couronne, qui devinrent des établissements modèles, sous la direction très éclairée de M. Kalindero.



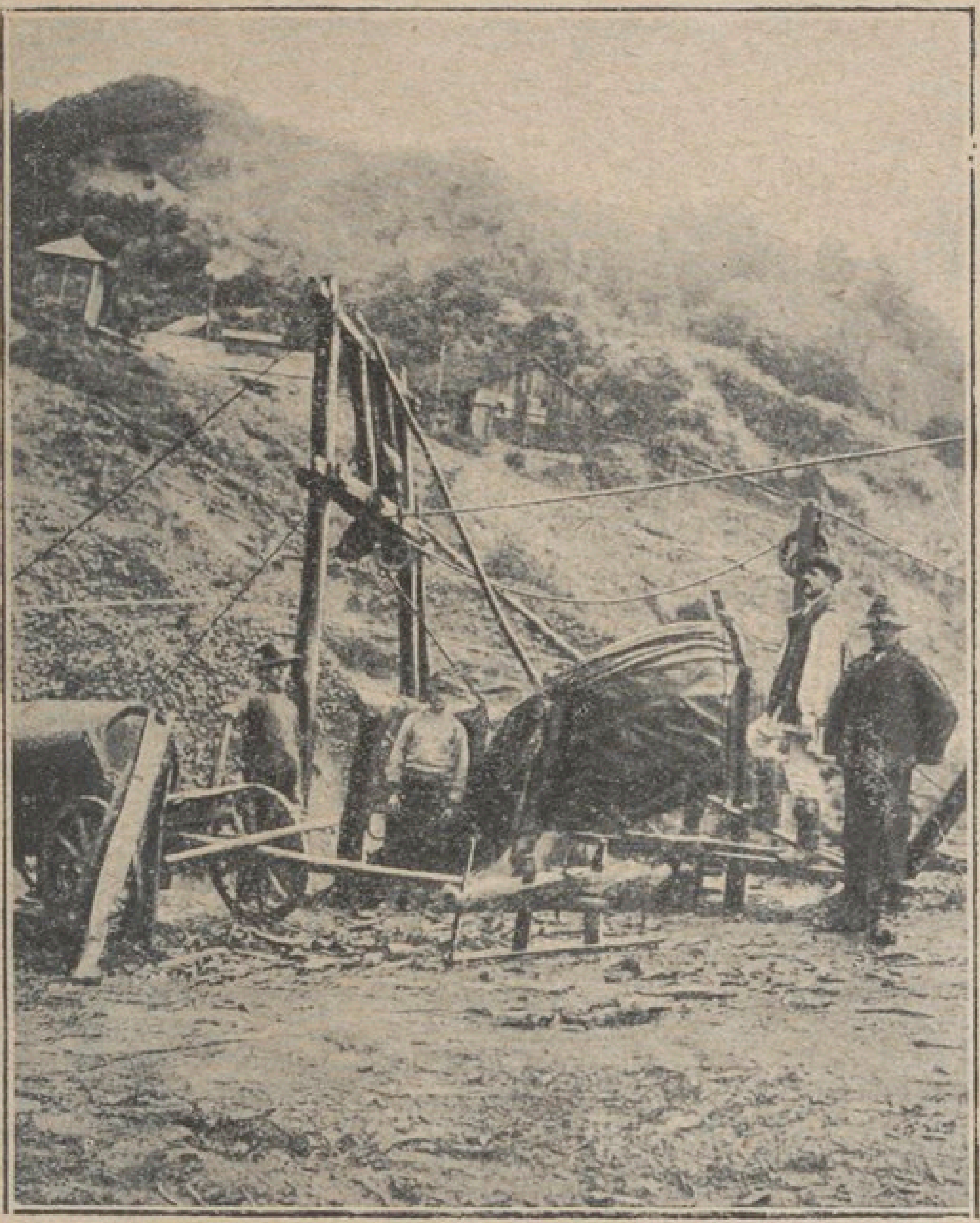
FONÇAGE D'UN PUITS DE PÉTROLE PAR LE VIEUX PROCÉDÉ ROUMAIN

Les premiers puits furent foncés par ces méthodes primitives, mais on emploie aujourd'hui des procédés perfectionnés empruntés aux Américains.

Le ministère Kretzulscu commença sa tâche par la réorganisation de l'armée et la construction de la première voie ferrée reliant Bucarest à Giurgevo. Malheureusement des mesures d'expulsion et d'emprisonnement maladroites, prises apparemment contre tous les vagabonds étrangers et visant en réalité les israélites, mécontentèrent les puissances. Napoléon III écrivit une lettre énergique au prince, et Bratiano, malgré sa popularité, dut se retirer en juillet 1869. Le 15 septembre suivant, Charles de Hohenzollern épousa la princesse Elisabeth de Wied, qui devait devenir célèbre en littérature, sous le nom de Carmen Sylva, et que Pierre Loti rendit populaire en France.

Malgré son dévouement à son nouveau pays, le prince gardait toujours des sympathies allemandes et son mariage ne pouvait que les développer. Alors commença un lent travail de germanisation

de la Roumanie, qui devait se développer pendant un règne de cinquante ans ayant pour complices, malgré l'affection sincère du peuple roumain pour notre pays, la mésentente avec la Russie, dont la France allait devenir l'alliée et, il faut bien l'avouer, l'apathie impardonnable des commerçants français. Nous ne sûmes pas profiter de l'amitié roumaine. Nos voyageurs de commerce venaient rarement et connaissaient mal leur métier; nos banques, qui refusaient de faire des avances à des compagnies françaises, prêtaient pour les mêmes affaires leur argent aux sociétés allemandes. Nos meilleurs amis s'en inquiétaient et M. Xenopol l'a déclaré plusieurs fois : « La France est riche et ses capitaux, pourtant, ne viennent chez nous que comme des petits garçons conduits par des gouvernantes allemandes. »



SOUFFLAGE D'UN PUITS ROUMAIN POUR PROVOQUER LA MONTÉE DU PÉTROLE

Ce soufflet, grossièrement construit au moyen de peaux assemblées, sert à déboucher les trous de sonde obstrués par le sable.

Les Allemands eurent cependant des débuts difficiles. La concession d'un réseau ferré à des entrepreneurs allemands, Strausberg et Oppenheim, marqua le début d'une crise de deux ans qui faillit même obliger le prince à abdiquer. C'était à la veille de la guerre de 1870, au cours de laquelle toutes les sympathies se déclarèrent pour la France. Nombreux même furent les Roumains qui combattirent dans nos rangs, plus nombreuses encore les femmes qui, dans tout le pays, travaillèrent pour nos blessés.

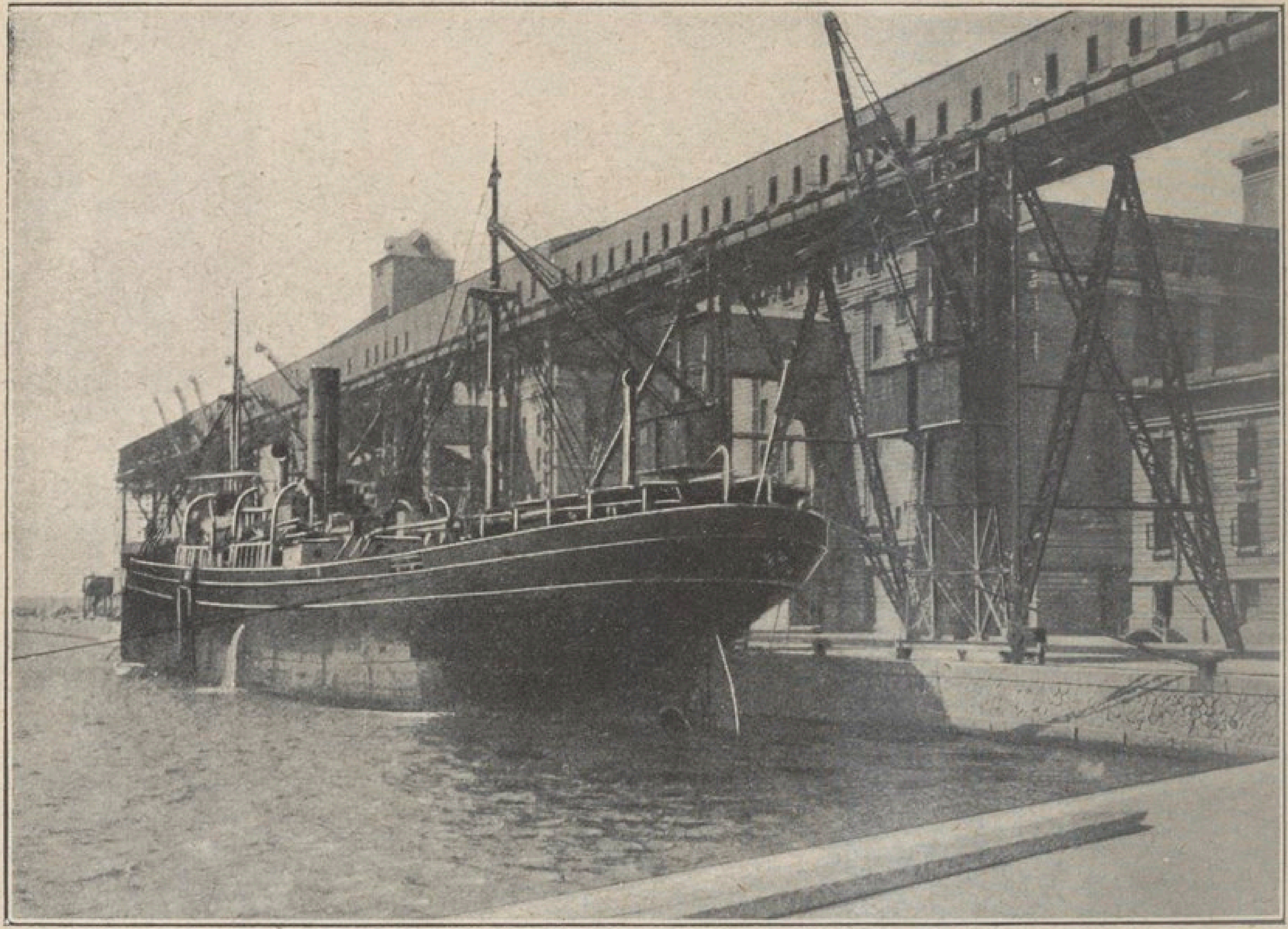
La révolte commença à Ploiesti, le député Kandianu Popescu lança une proclamation déposant le prince ; mais l'émeute fut réprimée. Craignant que l'impopularité du prince ne rejaillît sur l'Allemagne, Bismarck poussa Carol à abdiquer ; le 7 décembre 1870, celui-ci écrivit aux puissances pour demander l'ouverture d'un congrès national. Quelques jours plus tard, on apprenait que l'entrepreneur allemand était dans l'impossibilité de payer les coupons de l'emprunt des chemins de fer. Le prince, qui avait patronné cet emprunt, fut mis en demeure par la Prusse d'assurer le paiement ; la colère du peuple contre les Allemands fut à son comble, et en 1871, le 22 mars, il y eut à Bucarest une véritable attaque de la colonie allemande.

Le prince ayant alors réuni les membres de l'ancien Conseil de Régence, déclara qu'il remettait le pouvoir entre leurs mains. Lascar Katardji et le général Golescu refusèrent d'accepter cette responsabilité, et le premier tenta de rallier les débris du parti conservateur afin de tenir tête à la crise. Le gouvernement, aux élections de mai 1871, obtint une belle majorité et le nouveau Parlement fit au prince une ovation enthousiaste. Le temps effaça peu à peu les sentiments antigermaniques ; en 1872, une loi fut votée par laquelle la Roumanie s'engageait à payer les coupons arriérés : la crise des voies ferrées était conjurée.

Le ministère Katarji fut le premier qui put réussir à ouvrir et à clôturer une session parlementaire ; le cabinet des généraux lui succéda, présidé par le général Colescu, puis le ministère de conciliation de Jerupeano, qui céda le pouvoir à un nouveau cabinet Bratiano, rendu nécessaire par les complications qui précédèrent la guerre russo-turque.

Après les massacres horribles qui suivirent le soulèvement de la Bulgarie, la Russie reprocha à la Roumanie de conserver une attitude expectante ; elle fit entendre, par l'intermédiaire du comte Ignatieff, que la Roumanie serait saisie comme gage dès que le Turc occuperait la Serbie et le Monténégro. Bratiano partit pour Saint-Pétersbourg et fut bien reçu par l'empereur, mais beaucoup moins bien par Gortchakoff. Le 14 novembre, lors de la mobilisation russe, sous le commandement du grand-duc Nicolas, deux agents secrets arrivèrent à Bucarest, l'un Nelidoff, envoyé par la Russie, l'autre, Ali bey, par le sultan ; tous deux avaient comme mission de gagner la faveur du prince Charles, qui temporisa avec une grande habileté. Par la convention signée le 16 mars, la Roumanie accorda le libre passage aux armées russes : le tsar s'engageait à protéger l'intégrité du territoire, la religion ainsi que les droits nationaux de la principauté.

La Russie put alors déclarer la guerre et lancer une proclamation annonçant sa pénétration sur le territoire roumain, à laquelle le gouvernement du roi Carol répondit par une protestation platonique. Les munitions et les approvisionnements furent mis à la disposition du grand-duc Nicolas, ainsi que les chemins de fer et le télégraphe. Le gouvernement ottoman ayant rompu toutes relations diplomatiques avec Bucarest, la Roumanie lui déclara la guerre. On peut dire que l'armée roumaine, sous le commandement du prince, prit une très grande part à la victoire de Plevna, dont la chute permit aux Russes de marcher sur Constantinople et d'imposer à la Turquie, à Andrinople les préliminaires d'une paix, le 31 janvier 1878. Il y était stipulé que la Roumanie serait désormais indépendante et verrait son territoire s'agrandir.



POSTE DE CHARGEMENT DES NAVIRES PÉTROLIERS A CONSTANTZA

Malheureusement pour la Roumanie, Bismarck menait alors la politique de l'Europe. Le chancelier comprit qu'en poussant les Russes à réclamer la Bessarabie, il les brouillerait à jamais avec les Roumains ; c'est le même sentiment qui le fit agir et qui devait lui assurer l'alliance italienne lorsqu'il dit, après le congrès de Berlin, aux représentants français: « Si vous alliez en Tunisie, l'Allemagne fermerait les yeux. » Il préparait ainsi l'entrée de l'Italie dans la Triple Alliance, à laquelle il prévoyait probablement l'accession future de la Roumanie.

Cette dernière dut se contenter d'une indemnité aux dépens de la Turquie, du delta du Danube et de la Dobroudja jusqu'à Constantza. Bratiano essaya en vain de s'opposer à la cession de la Bessarabie; il se rendit à Berlin, mais les délégués roumains ne furent admis au Congrès qu'après décision prise, conforme à l'ambition avouée de la Russie et au désir secret de Bismarck. Pour mieux marquer la volonté des puissances, le traité de Berlin mettait à la reconnaissance de l'indépendance roumaine deux conditions : la cession de la Bessarabie et l'engagement solennel de proclamer la liberté des cultes ; les croyances religieuses ne devaient plus être un empêchement à la possession des terres ni à l'exercice des droits politiques ; à la vérité, les israélites ne possèdent pas encore ces droits, bien qu'ils soient astreints au service militaire. Tous ces événements soulevèrent une agitation considérable qui fut longue à s'apaiser. On trouva que Bratiano, à l'heure des négociations préliminaires, n'avait pas demandé des gages suffisants, et les cœurs roumains reçurent alors une blessure dont plus d'un saigne encore aujourd'hui.

LA REINE MARIE DE ROUMANIE EN COSTUME NATIONAL

Il fallut cependant nommer une Constituante, car l'article 7 de la Constitution disait que les chrétiens seuls pouvaient devenir citoyens roumains, à l'exclusion des israélites et des étrangers. Le travail fut mené lentement; la bonne volonté manquait, la déception était trop grande, et il fallut la menace réitérée des puissances pour que le néfaste article 7 fût enfin annulé.

La première, l'Italie reconnut l'indépendance de la Roumanie en 1879, et les Roumains lui surent gré de ce geste amical. Le prince de Bismarck réussit à décider la Russie et la France à ne faire connaître leur adhésion que quand la Roumanie aurait racheté leurs voies ferrées aux propriétaires allemands, et c'est en 1880 seulement que les trois pays reconnurent l'indépendance complète du nouveau royaume.

La Roumanie vécut enfin des jours plus heureux sous la direction de son roi, dont la couronne fut ciselée dans un bloc d'acier provenant de canons turcs pris à Plevna. Mais peu à peu les Allemands y venaient plus nombreux et plus influents ; les banques, l'exploitation des richesses souterraines passaient entre leurs mains. Ils pensaient d'abord que l'opinion ne pardonnerait jamais à la Russie le traité de Berlin, ensuite que la présence de l'Italie dans un camp, celle de la France, également aimée, dans l'autre, empêcherait toujours la Roumanie de prendre un parti. Par la force des

choses et par l'emprise économique, ils croyaient ainsi trouver, l'heure venue, un vassal dans le royaume latin d'Orient.

Les années s'écoulèrent ; le grand problème qui se posait avant tout pour la Roumanie était d'ordre intérieur, il fallait s'occuper de la question agraire dont la résolution définitive se posera impérieusement demain. Cependant, des complications inattendues allaient surgir : préparée par l'annexion de la Bosnie-Herzégovine, l'union balkanique fut fondée et la guerre éclata (1912-1913).

On se souvient de l'impression qu'on eut tout d'abord dans les chancelleries. Seuls quelques consuls avaient su prévoir, mais leur voix ne parvint pas jusqu'aux ministères ; les diplomates, qui ne connaissaient de la Turquie que la capitale et qui ignoraient le désordre intérieur du pays, pronostiquèrent son triomphe. La Roumanie observa silencieusement, et ne prit parti pour personne. Elle sut attendre et profiter du moment. Il n'est pas sûr qu'elle ait prévu la victoire des Balkaniques, mais, lorsque la Turquie fut vaincue et que les difficultés naquirent entre la Bulgarie et la Serbie, elle décida brusquement de résoudre elle-même des problèmes qui semblaient insolubles.

M. CARP

L'un des chefs de l'ancien parti germanophile en Roumanie.

Les Roumains détestaient les Bulgares, mais avaient toujours entretenu avec les Serbes de bonnes relations. C'est alors qu'eut lieu ce que, trop sévères, des historiens, qui ne prévoyaient pas l'avenir, ont appelé le coup de Silistrie ; la Bulgarie vaincue fut punie comme elle le méritait, et un traité fut signé, qui consacrait une entente définitive entre la Serbie, la Roumanie et la Grèce. La Roumanie avait conquis un prestige éclatant, mais rares furent ceux qui comprirent quelle importance aurait pour l'avenir le traité signé à Bucarest. Il fut pourtant une des causes de la guerre actuelle. Par ce traité, qu'il l'ait voulu ou non, le roi Carol échappait à l'influence allemande. A Berlin, on vit nettement le danger : les victoires serbes avaient eu trop de retentissement chez les Slaves d'Autriche-Hongrie et l'accord serbo-gréco-roumain formait désormais une barrière aux grands projets de l'Allemagne en Orient. Il fallait détruire au plus vite l'obstacle, avant qu'un mouvement yougo-slave ne prît un jour conscience de sa force.

Cependant l'Europe entière était en feu, et la Roumanie était sollicitée par les deux partis. On peut dire que, de suite, elle fut résolument francophile et que l'entrée en guerre de l'Italie lui montra dans quel camp devaient se ranger tous les Latins. Les germanophiles furent remuants et habiles, mais assez peu nombreux : parmi eux se trouvaient des hommes honorables et convaincus, comme M. Carp, mais aussi des politiciens sans scrupules et sans conscience qui, par ambition ou même pour de l'argent, ont fait le jeu de Vienne et de Berlin.

A tout instant s'élevaient les cris des frères égorgés en Bukovine et en Transylvanie, qu'entendait le peuple entier. Tenter de les délivrer d'un joug odieux, c'était commencer la guerre sainte. On était prêt à tous les sacrifices.

Le roi Carol le comprit : il se dit peut-être qu'il était bon que le pouvoir s'échappât de ses mains. Trop de souvenirs, trop de scrupules l'eussent gêné dans le devoir qu'il avait à remplir et qui allait s'imposer à son successeur. De leur lit de mort, tous deux, le roi Carol et la reine Carmen Sylva, eurent la suprême vision de l'avenir : les temps étaient révolus pour les races latines et les destinées de la plus grande Roumanie pouvaient enfin s'accomplir.

Le Royaume pourra donc aborder avec calme et avec confiance la seconde phase qui succède, dans l'histoire des peuples, à la réalisation définitive de leur unité nationale, à savoir l'expansion économique.

L'agriculture de la Roumanie est prospère, ses gisements de pétrole et ses mines ont déjà une importance considérable, et son industrie, appelée à satisfaire aux besoins d'une clientèle nationale de plus en plus nombreuse, est destinée à prendre un rapide développement. Tels sont les éléments de succès dont dispose le principal Etat balkanique.

Paul Labbé.

UNE VOIE SOUS-MARINE ENTRE LA FRANCE ET L'ANGLETERRE

Par H. BERTHÉLEMY

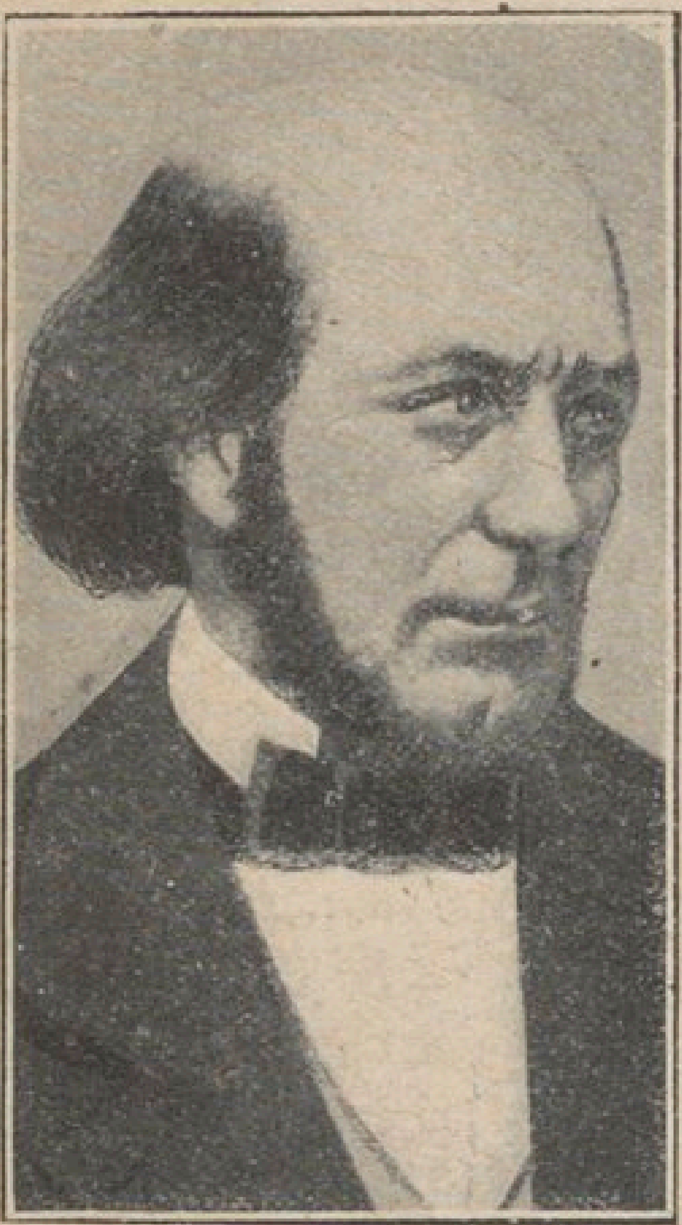
PROFESSEUR A LA FACULTÉ DE DROIT DE PARIS

Parmi les grandes idées françaises que nous a léguées le XIX^e^ siècle, il en est peu dont l'importance égale, à tous les points de vue, le projet savamment étudié par Thomé de Gamond en vue du percement, sous le Pas-de-Calais, d'un tunnel destiné à relier la Grande-Bretagne à la France par une double voie ferrée internationale.

Thomé de Gamond ne pouvait que préparer l'avenir, car il ne disposait d'aucun des moyens techniques nécessaires à la réalisation de ses vastes conceptions.

Potier et de Lapparent n'indiquèrent qu'en 1878 la vraie route que devrait suivre le tracé du tunnel. D'autre part, sans la traction électrique, née d'hier, l'exploitation du souterrain eût été à peu près impossible.

Les projets en ligne droite ne pouvaient, en effet, réussir, car la traversée des couches perméables qu'ils recoupaient eût donné lieu à de terribles mécomptes. Nous verrons plus loin avec quel soin a été établi le projet actuel du tunnel sous-marin, dont la réalisation apparaît aujourd'hui aux ingénieurs les plus prudents comme une certitude technique absolue.



THOMÉ DE GAMOND
Le « père » du tunnel sous la Manche.

On sait que les craintes manifestées par l'opinion anglaise de voir le souterrain favoriser les entreprises conquérantes d'un envahisseur, ont empêché pendant longtemps la Société française du Tunnel sous-marin de commencer ses travaux.

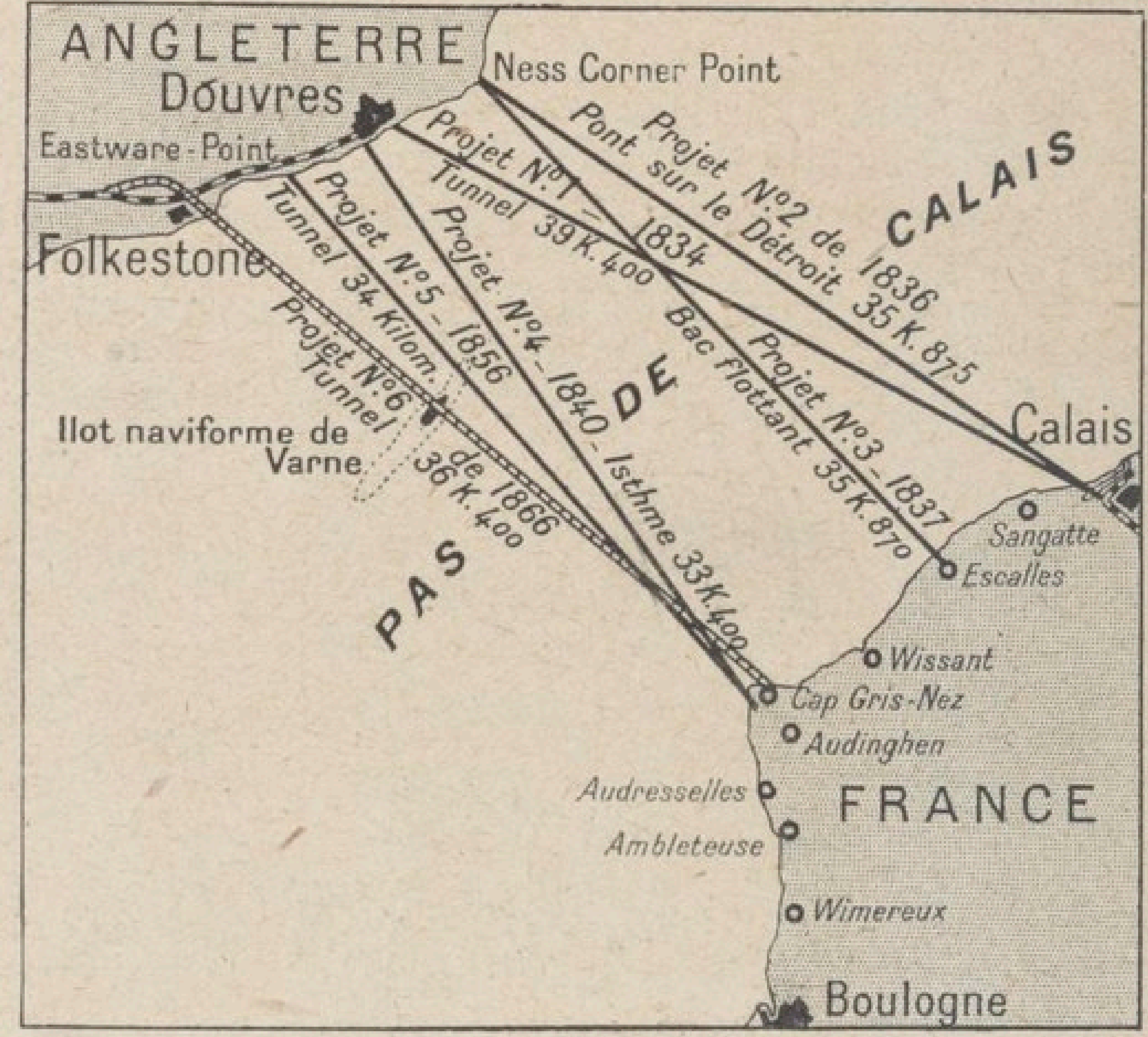
Les circonstances de la guerre actuelle ont produit dans la mentalité politique de nos Alliés de profonds changements et l'exécution du projet dont nous allons exposer les détails apparaîtra sans doute à la Grande-Bretagne comme une nécessité économique et même militaire de demain. Le temps fera rapidement son œuvre à ce point de vue, et nous nous contenterons d'examiner le côté technique de la question, sans insister sur les arguments politiques, militaires, économiques et sociaux qui militent en faveur de cette grande entreprise. Le seul fait que les Allemands ont toujours combattu énergiquement le projet d'établissement d'une voie ferrée directe entre la France et l'Angleterre est la meilleure preuve de l'intérêt considérable qu'il présente pour les deux peuples fondateurs de l'Entente anti-germanique.

Le projet actuel, étudié sous la direction de M. A. Sartiaux, administrateur de la Société française du chemin de fer sous-marin, a pour point de départ les travaux de M. Breton, ancien directeur de cette société, confirmés par ceux du géologue anglais sir John Hawkshaw. Des recherches très précises ont été faites en 1876 et 1877 par deux ingénieurs du corps des mines, MM. Potier et de Lapparent, qui ont effectué dans le détroit plus de 7.000 sondages, dont 3.000 ont apporté des certitudes permettant de continuer avec une grande précision, sous la mer, les cartes géologiques anglaises et françaises. Les courbes marquant l'affleurement des divers terrains sur le fond du pas de Calais sont continues, sans aucune brisure, dans toute la traversée.

A l'époque du Miocène, il existait entre Douvres et Calais un isthme complet qui rattachait la Grande-Bretagne au continent. L'action érosive des eaux a fini par balayer l'obstacle qui barrait la route sans altérer le sous-sol, en laissant ainsi subsister le moyen de rétablir la communication disparue.

Le simple touriste peut d'ailleurs constater l'identité des sols anglais et français des deux côtés du détroit, en contemplant les hautes falaises crayeuses, coupées à pic, de Douvres et du cap Blanc-Nez. Dans les deux cas, la composition du massif crayeux est identique. En haut apparaît la craie blanche mélangée de silex qui disparaît plus bas, où la craie se charge d'argile. Enfin, à la base, près de Wissant, comme à Folkestone, une couche de craie argileuse compacte très uniforme donne lieu à des exploitations considérables de pierres à ciment.

Cette dernière couche de la craie cénomanienne, ou craie grise de Rouen, dont l'épaisseur est de 60 mètres environ, se présente dans d'excellentes conditions pour le percement d'un tunnel. La petite quantité d'argile qu'elle contient lui donne une grande imperméabilité; elle est assez tendre pour se laisser travailler, bien que suffisamment résistante pour ne pas s'ébouler.



CARTE DES PROJET DIVERS DE THOMÉ DE GAMOND

On exécutera donc le tunnel en se maintenant constamment dans le cénomanien imperméable. Grâce à la traction électrique, les trains franchiront aisément les courbes et les déclivités qui permettront de ne pas quitter cette couche dont il faudra, nécessairement, épouser les inclinaisons et les plissements. On se trouve heureusement, du fait de cette nouvelle conception, loin des conditions ordinaires d'exécution des tunnels de montagnes. Souvent, ces derniers traversent transversalement des couches de différentes natures appartenant à des formations variées, d'où des complications très graves qui font quelquefois douter du succès final, comme au Simplon, par exemple.

Le point haut du tunnel ne coïncidera pas avec son milieu dans l'axe du détroit, ce qui aurait facilité, comme dans le cas des tunnels terrestres, l'évacuation des déblais et des eaux par la galerie de percement. En effet, si l'on opérait différemment, les points de départ sous la terre ferme seraient à plus de deux cents mètres au-dessous de la surface du sol, ce qui exigerait l'établissement de longues voies souterraines de raccordement avec les lignes de chemins de fer existantes en France et en Angleterre. D'autre part, il y aurait sur chaque rive un point bas qui se trouverait en dehors de la couche cénomanienne imperméable, dans des terrains aquifères et inconsistants. On a été ainsi conduit à établir le tracé en cuvette et à prévoir, pour l'enlèvement des déblais et l'écoulement des eaux, l'exécution d'une galerie spéciale de service qui ira toujours en descendant, depuis le milieu du tunnel jusqu'à son extrémité en terre ferme où se trouvera le puits d'évacuation.

Cette solution permettra d'utiliser la galerie d'écoulement pour hâter la construction du souterrain. On pourra attaquer simultanément le percement en autant de points que l'on voudra et non pas seulement aux deux extrémités, comme dans le cas des tunnels de montagnes.

Le chemin de fer sous-marin partira de Marquise, où sera établie la gare douanière de jonction avec la ligne de Boulogne à Calais. Après une courbe, la ligne suivra à peu près exatement la méridienne d'un point situé à 3 kilomètres environ de la ville. Le tunnel commencera au kilomètre 6 de la ligne et se poursuivra en alignement droit jusqu'au sud du village de Sangatte (kilomètre 17) où, par une série de courbes de 2 kilomètres de développement, il reprendra en alignement droit la direction est-ouest jusqu'au kilomètre 37, c'est-à-dire jusqu'à environ 2 kilomètres au delà du milieu du détroit, situé au trente-cinquième kilomètre.

La nécessité de maintenir le tunnel dans les couches imperméables a conduit à une série d'alignements droits d'orientations diverses reliés par des courbes et par des

contre-courbes, depuis le kilomètre 37 jusqu'au dernier alignement droit de 3 kilomètres aboutissant à la bouche de Douvres, qui pénètre sous la terre ferme entre les kilomètres 54 et 55. La bouche anglaise du tunnel se trouverait à la gare de la Douane, qui serait installée au sud-ouest de la ville, entre les points kilométriques 59 et 60. De là partiraient deux raccordements à ciel ouvert assurant la soudure du chemin de fer sous-marin avec les lignes existantes de Douvres à Londres, vià Canterbury et vià Folkestone.

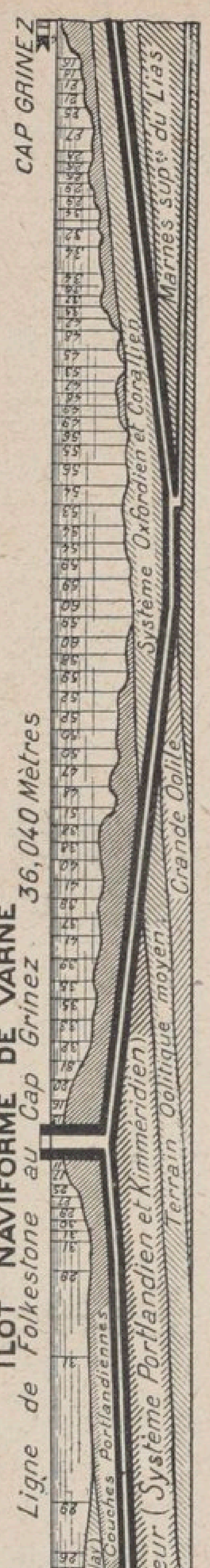
Le tracé général du tunnel affecte ainsi la forme d'un M très aplati et allongé.

Le profil comporte, du côté français, un palier de 6 kilomètres, auquel succède une déclivité de 10 mm par mètre sur 8 kilomètres environ. Après une pente de 4 mm sur un peu plus de 6 kilomètres, on trouve une pente et une contre-pente de 2 mm 1/4 et de 2 mm, jusqu'au milieu du pas de Calais, c'est-à-dire sur près de 15 kilomètres. Du côté anglais, la déclivité prévue à l'origine du tunnel, sensiblement plus forte que du côté français, atteignait 18 mm au lieu de 10 mm, mais on cherche à la diminuer par des études qui se poursuivent actuellement. Les ingénieurs du South Eastern et Chatham Railway n'ont pas encore fait connaître quelle est, parmi les variantes étudiées pour la soudure avec les lignes anglaises, celle à laquelle ils se rallieront définitivement.

Le niveau du tunnel se trouvera donc être à 50 mètres au-dessous du sol et à 100 mètres au-dessous du niveau moyen de la mer au milieu du détroit. La galerie ne sortira du cénomanien qu'à ses extrémités, sur une faible longueur d'environ 3 kilomètres du côté français et de quelques centaines de mètres seulement sur la rive anglaise. Le point de sortie sera situé bien au-dessus du niveau de la mer, c'est-à-dire dans des conditions où l'évacuation des eaux d'infiltration pendant le percement sera très facile.

L'enfouissement du tunnel à cette profondeur le rendra indemne, en cas de guerre, de toute atteinte par la surface immergée. Les eaux de suintement se réduiront à peu de chose car elles diminuent au fur et à mesure qu'on descend en profondeur et qu'on chemine de l'est à l'ouest, à tel point qu'elles n'existent pour ainsi dire pas du côté anglais.

On estime que leur débit sera au maximum d'environ un litre par minute et par mètre courant de galerie, soit au total, comme l'ont confirmé les expériences dans la galerie d'essai actuellement creusée du côté français, un maximum de 100 mètres cubes par minute pour l'ensemble du tunnel. Ce chiffre est bien



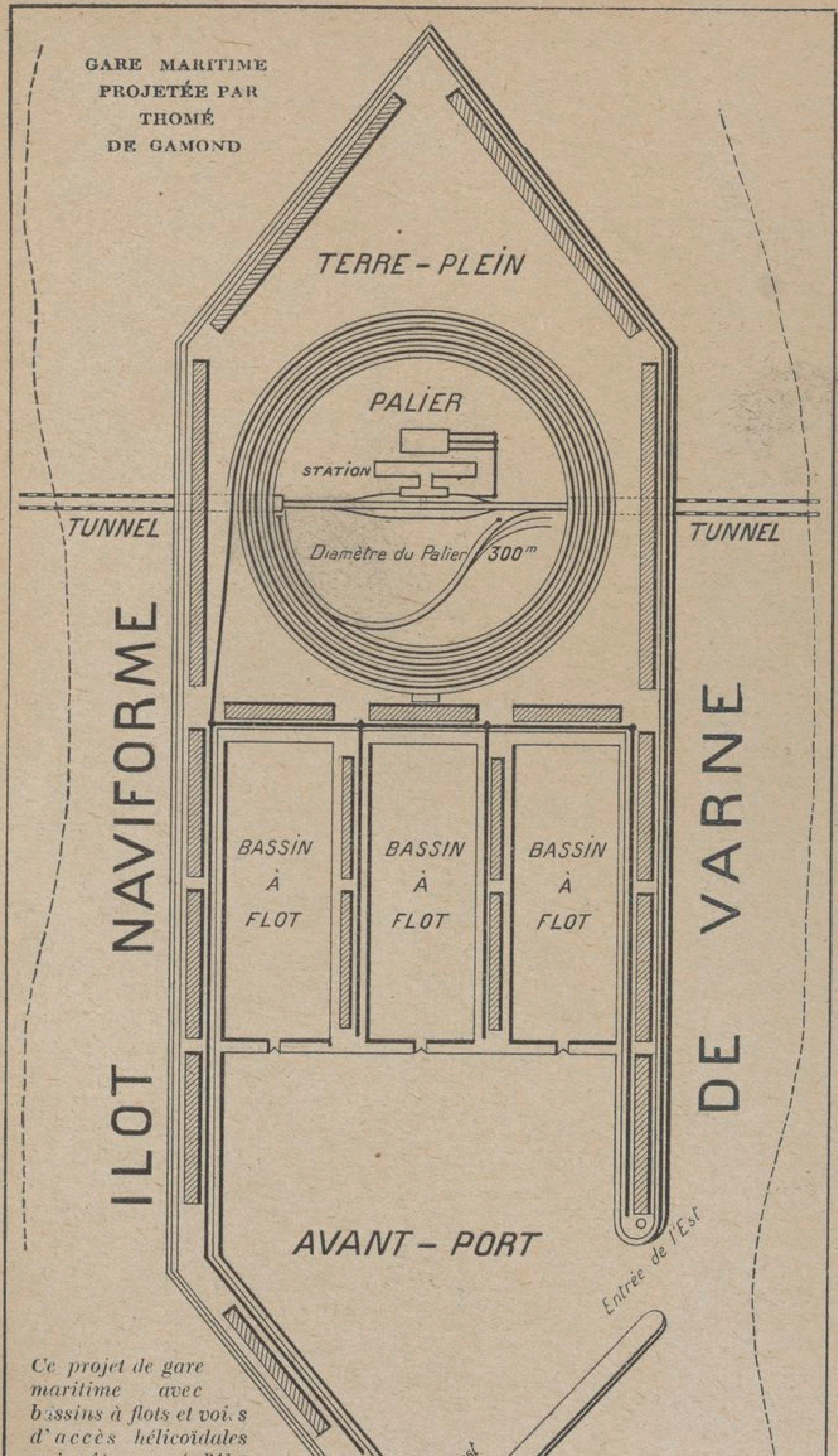
COUPE DU PAS-DE-CALAIS ENTRE FOLKESTONE ET LE CAP GRIS-NEZ, AVEC LE TRACÉ DU PROJET INITIAL DE THOMÉ DE GAMOND

inférieur à la quantité d'eau que l'on sort de certaines mines où ce débit est considéré comme ne présentant rien d'inquiétant.

Les eaux de suintement disparaîtront d'ailleurs au fur et à mesure que l'on posera le revêtement partout où il sera reconnu nécessaire. Elles seront évacuées pendant la construction, et ensuite en cours d'exploitation par la galerie d'écoulement prévue de chaque côté du tunnel. La galerie française, partant du kilomètre 31, juste dans le prolongement de la contre-pente formant dos d'âne au milieu du tunnel, c'est-à-dire au point le plus bas, aura une pente moyenne de 1 mm 1/2 par mètre et une longueur de 17 kilomètres environ pour atteindre, à la cote 115 à 125 mètres le nouveau puits d'évacuation, qui sera descendu à la profondeur de 125 à 135 mètres.

Le débit des déblais et des eaux augmentant au fur et à mesure que l'on se rapprochera des extrémités de la galerie, celle-ci aura une section circulaire constante avec un diamètre de 3 mètres, mais avec une pente de plus en plus forte jusqu'à son point extrême le plus bas, où les eaux seront réunies dans un puits approprié pour être remontées à la surface.

Il ne serait certainement pas prudent de construire pour les deux voies, comme l'avait proposé Thomé de Gamond, une galerie



Ce projet de gare maritime avec bassins à flots et voies d'accès hélicoïdales qui eût occupé l'îlot de Varne, était peut-être de trop grande envergure, surtout pour l'époque où il a été établi.

unique, de forme ovale, correspondant à 10 mètres de largeur horizontale et à 7 mètres de hauteur. On aurait ainsi dans la craie grise, dont l'épaisseur varie de 40 à 50 mètres, une voûte surbaissée au-dessus de laquelle il resterait une épaisseur de terrain imperméable, un peu incertaine, pouvant se réduire à quelques mètres seulement et appelée à supporter une pression relativement considérable d'environ 15 à 20 kilogrammes par centimètre carré. Pour éviter ce risque, il est infiniment préférable d'exécuter deux souterrains circulaires parallèles, ayant chacun 5 m. 50 à 6 mètres de diamètre, et distants de 15 mètres l'un de l'autre.

La section circulaire est, par excellence, celle de la résistance maximum aux pressions intérieures et extérieures. Les deux galeries constitueraient un ensemble en rapport étroit, car elles communiqueraient l'une avec l'autre par des couloirs transversaux établis tous les cent mètres.

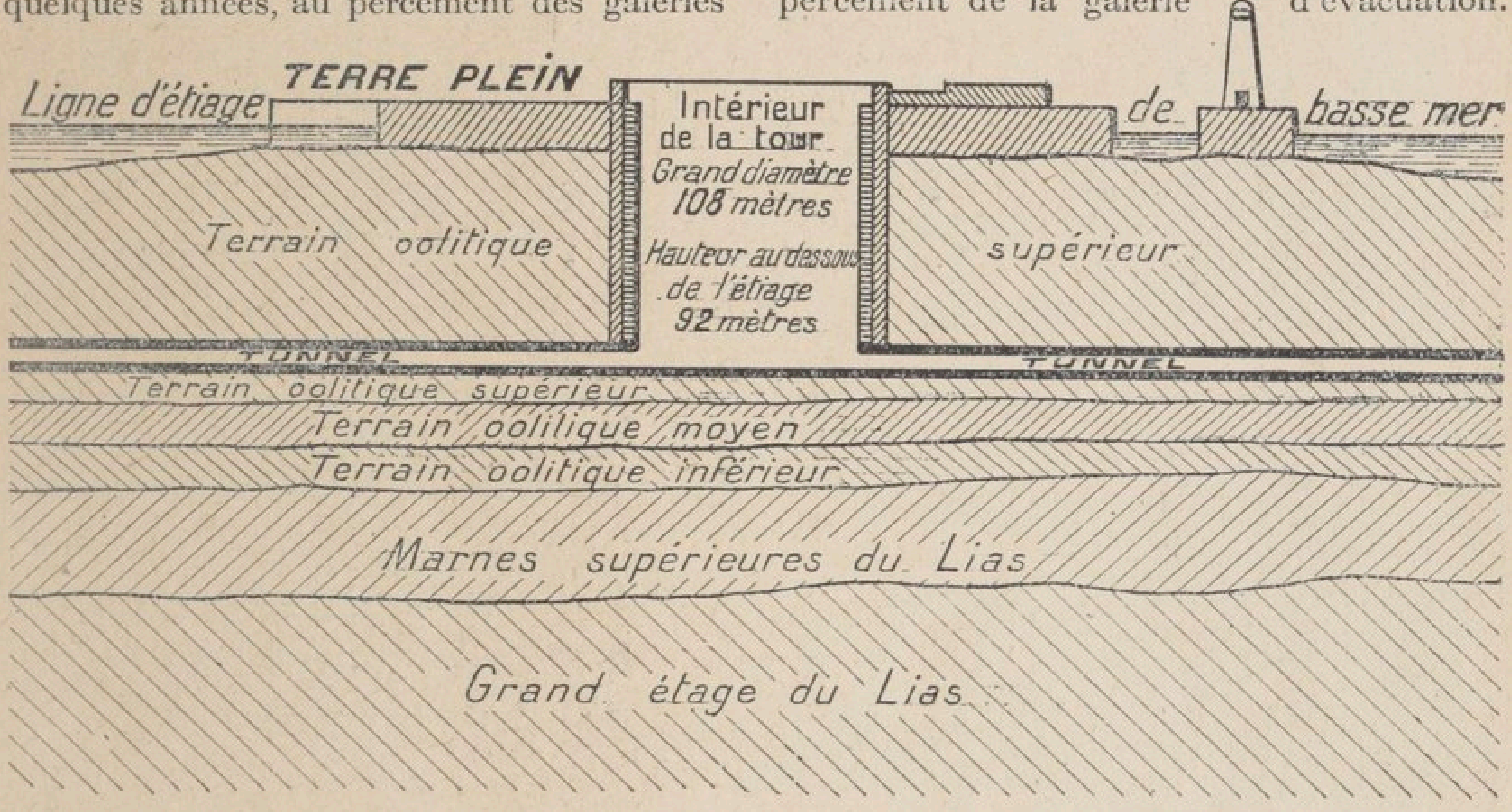
On débuterait, pour la partie française, par deux chantiers distincts. Le premier aurait pour objectif les travaux d'approche, l'installation de la gare de douane et le percement du tunnel dans la partie comprise entre le kilomètre 6 et le kilomètre 15 où aboutirait la petite galerie de communication avec le puits existant. Le second chantier servirait à creuser le nouveau puits d'évacuation d'où partira la grande galerie d'écoulement, puis cette galerie elle-meme, avec tous ses divers rameaux intermédiaires.

Les perforatrices modernes ont certainement une vitesse d'avancement supérieure à celle des machines ayant servi, il y a déjà quelques années, au percement des galeries d'essai de 2 m. 14 de diamètre qui existent déjà du côté français sur une longueur de 1.839 mètres, et du côté anglais, sur des distances de 1.842 mètres (Shakespeare's Cliff) et de 805 mètres (Abbot's Cliff).

Au fur et à mesure de l'avancement, on vérifiera avec le plus grand soin l'allure des couches souterraines, et, à cet égard, la galerie d'écoulement offrira, entre autres avantages considérables, celui de permettre d'étudier constamment la forme de ces couches.

On déterminera la position des puits sur terre en recherchant surtout les facilités de fonçage et en évitant autant que possible l'assise de sable superficielle sur laquelle est construit le village de Sangatte. On vérifiera au moyen de sondages de contrôle, exécutés tous les 100 ou 150 mètres si la couche a exactement l'allure qu'on lui a attribuée par hypothèse. Dans le cas contraire, on infléchirait un peu le tracé, sans changer le profil théorique, de façon à rentrer dans les conditions moyennes qu'il importe de réaliser.

La galerie d'écoulement se trouvera être ainsi plus ou moins sinueuse, mais les eaux s'y écouleront facilement et les petits trains électriques qui serviront à l'évacuation des déblais et à la circulation du personnel pendant le percement, y passeront toujours librement. Avant d'entreprendre la construction du tunnel proprement dit, on aura ainsi reconnu la nature de la couche, et cette étude se continuera avec certitude au moyen des rameaux transversaux qu'on lancera vers le tunnel au fur et à mesure qu'avancera le percement de la galerie d'évacuation.

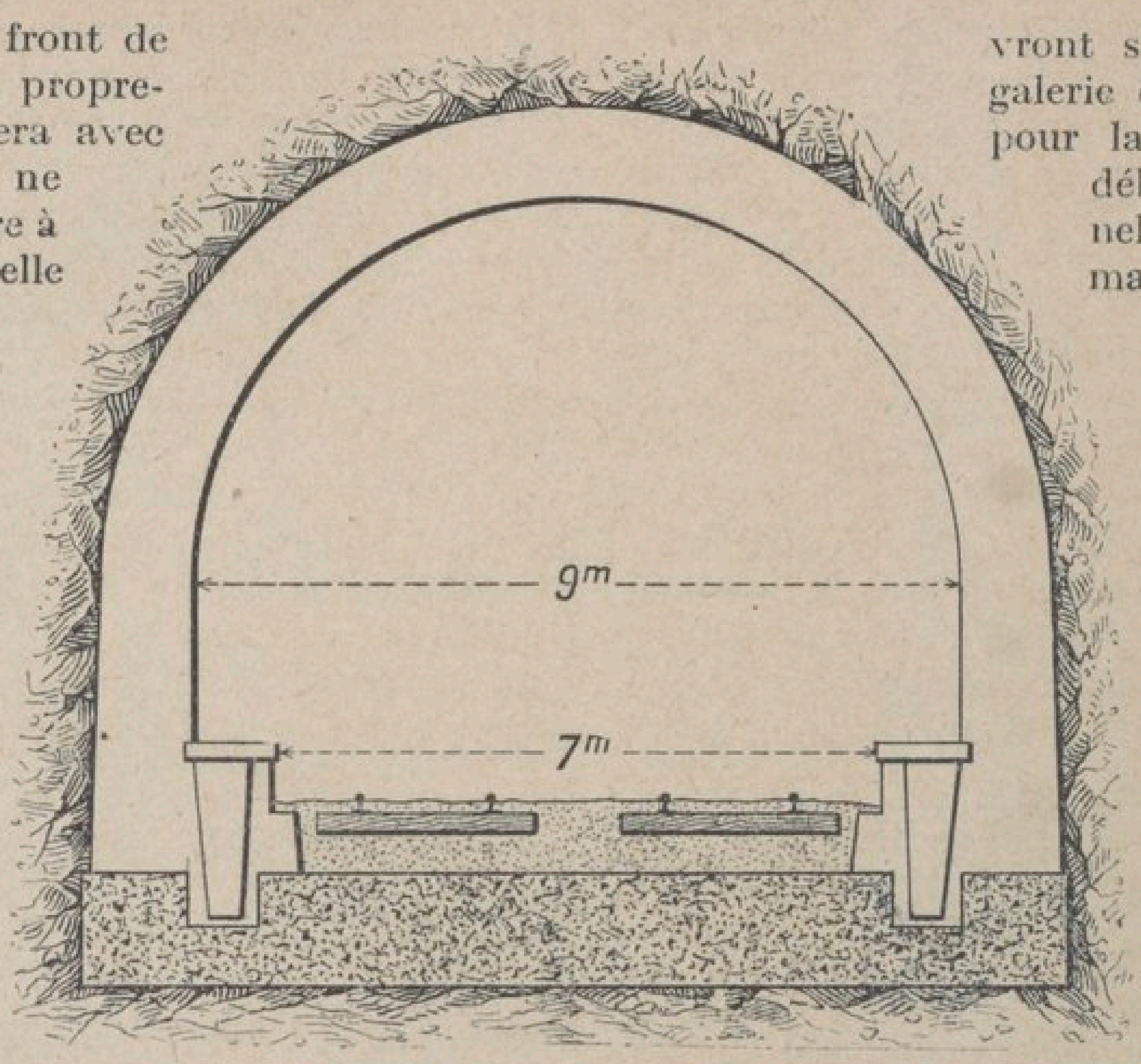


TOUR D'AÉRATION DANS L'ILOT DE VARNE (PROJET DE THOMÉ DE GAMOND)

Les produits d'excavation constitueront du poussier à ciment de premier ordre. On pourra les utiliser en partie sur place pour la préparation du ciment nécessaire à l'exécution des revêtements du tunnel. Le surplus sera chargé sur wagons et vendu aux usines de la région, qui sont nombreuses.

Le nombre des fronts d'attaque simultanés qu'il conviendra de prévoir sera déterminé par la durée d'exécution que l'on ne voudra pas dépasser. D'après les données de l'expérience, on peut escompter que la galerie d'écoulement et les rameaux chemineront avec une vitesse moyenne supérieure à 20 mètres par jour, soit 120 mètres par semaine et 6 kilomètres par an. Au bout de trois ans environ, la galerie aura donc atteint le point d'origine de la section centrale du tunnel où elle se confondra avec lui.

Grâce aussi à l'expérience acquise, on peut



COUPE DU TUNNEL PROJETÉ PAR THOMÉ DE GAMOND

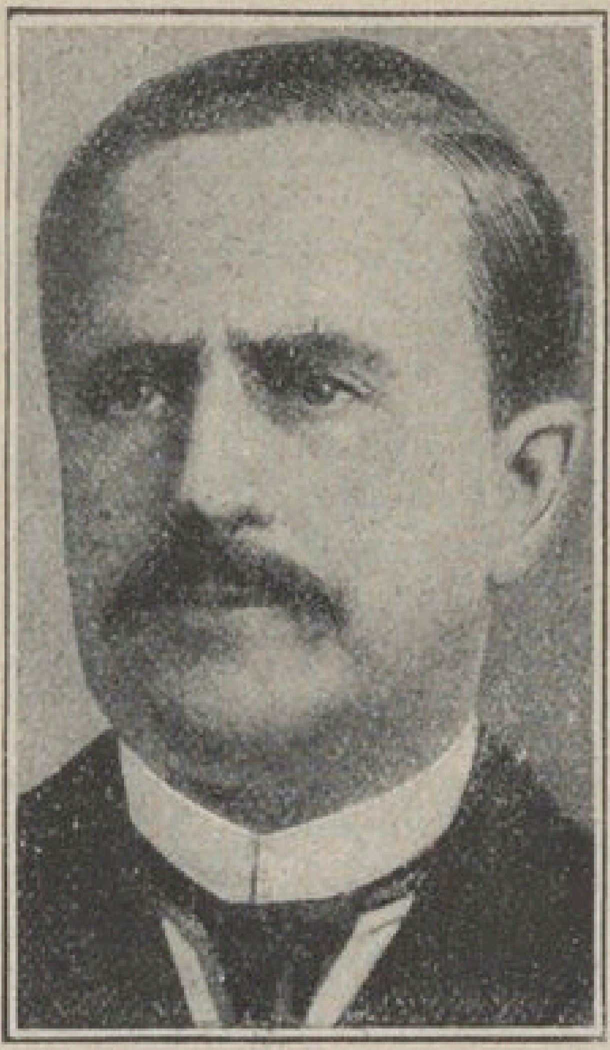
Cette galerie unique, ayant 9 mètres de large, et pouvant recevoir deux voies, eut été d'une exécution dangereuse et difficile. L'aération d'un pareil souterrain, même avec l'exploitation électrique, serait moins satisfaisante que dans le cas d'une galerie double avec boyaux de communication.

supposer que le front de taille du tunnel proprement dit avancera avec une vitesse qui ne sera pas inférieure à la moitié de celle que l'on compte réaliser pour la galerie d'écoulement; il faudra donc un an environ pour achever les dernières portions non encore construites du dit tunnel.

Le nombre des rameaux sera fonction de la vitesse de creusement du tunnel lui-même. Les calculs conduisent à en prévoir quatre, et il sera bien facile d'en augmenter le nombre, si l'expérience en indique la nécessité. De toute façon, grâce à ces rameaux et à l'attaque du tunnel définitif par plusieurs fronts simultanés, on peut dire que la vitesse d'exécution du chemin de fer sous-marin ne dépendra que de la rapidité d'avancement de la galerie d'écoulement et des rameaux.

On peut donc prévoir que l'exécution de la galerie d'écoulement et du tunnel ne nécessitera pas plus de quatre ans et demi ou cinq ans après l'achèvement des travaux auxiliaires et préparatoires dont les principaux seront la construction des voies d'accès pour l'évacuation des déblais et le fonçage de quelques puits de grand diamètre sensiblement analogues aux puits de houillères.

Ce mode d'exécution, basé sur l'emploi de rameaux intermédiaires, si avantageux au point de vue de la sûreté du cheminement dans le banc de craie, place au premier plan l'étude des transports qui devront s'effectuer par la galerie d'écoulement, pour la circulation des déblais, du personnel, des pièces de machines. On établira donc, à l'intérieur de cette galerie, un petit chemin de fer souterrain électrique, à voie de 0 m. 60 qui, dans la période la plus active de son exploitation, n'aura pas à évacuer moins de 4.000 tonnes de déblais par jour. On aura donc à prévoir une centaine de trains journaliers dans chaque sens et un transport de 1 200 personnes au minimum, correspondant aux voyages aller et retour des équipes d'ouvriers travaillant sur les divers fronts de taille, qui seront probablement répartis en quatre postes, de façon à assurer la continuité du travail.



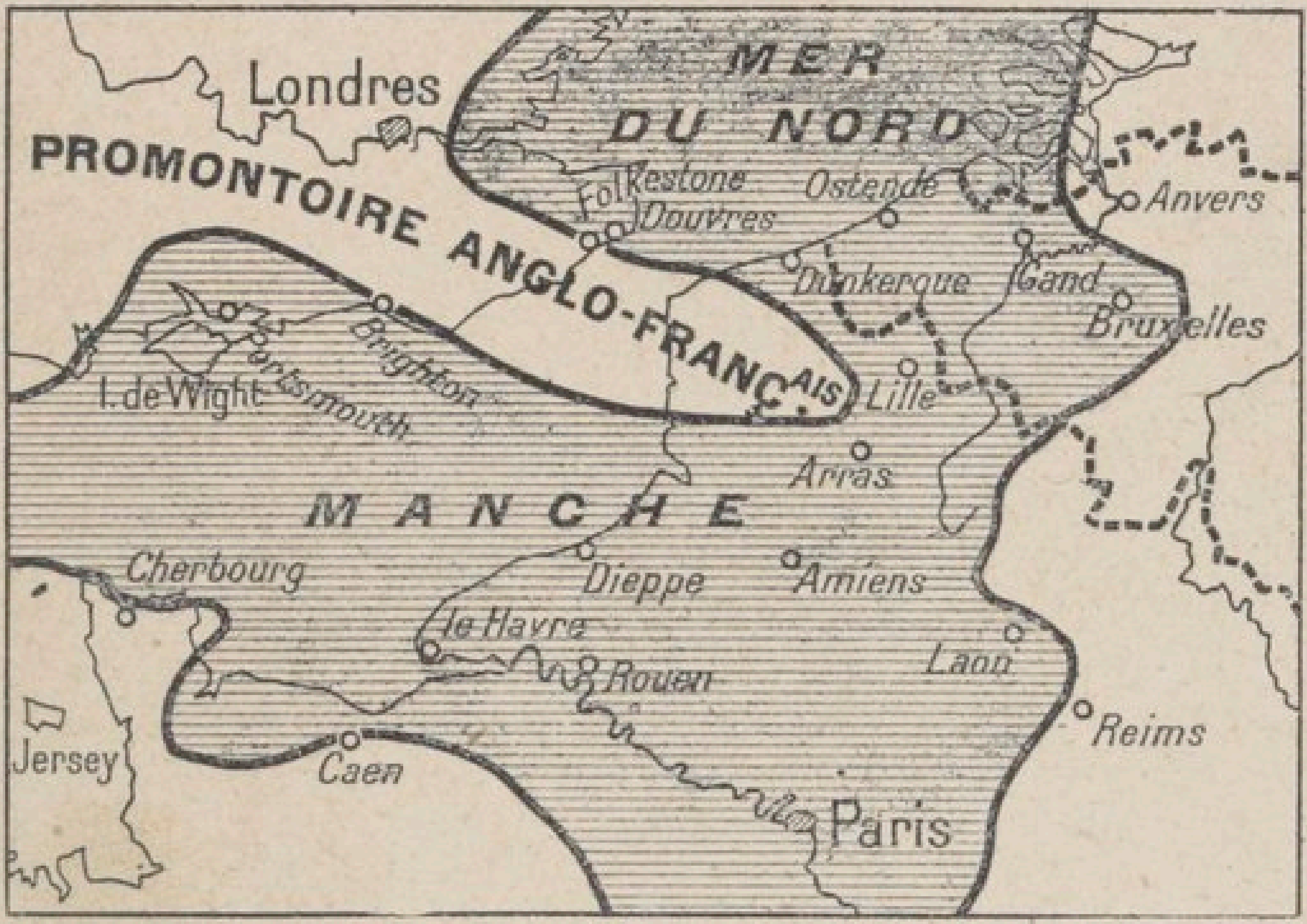
M. DE LAPPARENT.

Ingénieur en chef des Mines, exécuta les sondages de recherches et établit, avec M. Potier, les coupes géologiques qui ont servi de base au projet de M.A. Sartiaux.

Du côté français, le fonçage du nouveau puits constituera certainement le point le plus délicat de cette vaste entreprise.

On choisira un emplacement situé en dehors des sables quaternaires qui recouvrent la craie, et on emploiera, pour traverser ces craies, les méthodes qui ont si bien réussi à M. L. Breton, pour le fonçage des puits déjà creusés. On pourra, dans tous les cas, avoir recours à la congélation et peut-être à la cimentation ou à la compression. Ces travaux de fonçage ne coûteront guère qu'un à deux millions, mais ils dureront environ deux ans. On construira en même temps les voies d'accès nécessaires à l'évacuation des déblais, en établissant une voie spéciale provisoire et en exécutant im-

médiatement le raccordement définitif destiné à relier le tunnel à la voie ferrée existante de Calais à Boulogne, près de la gare de Marquise.

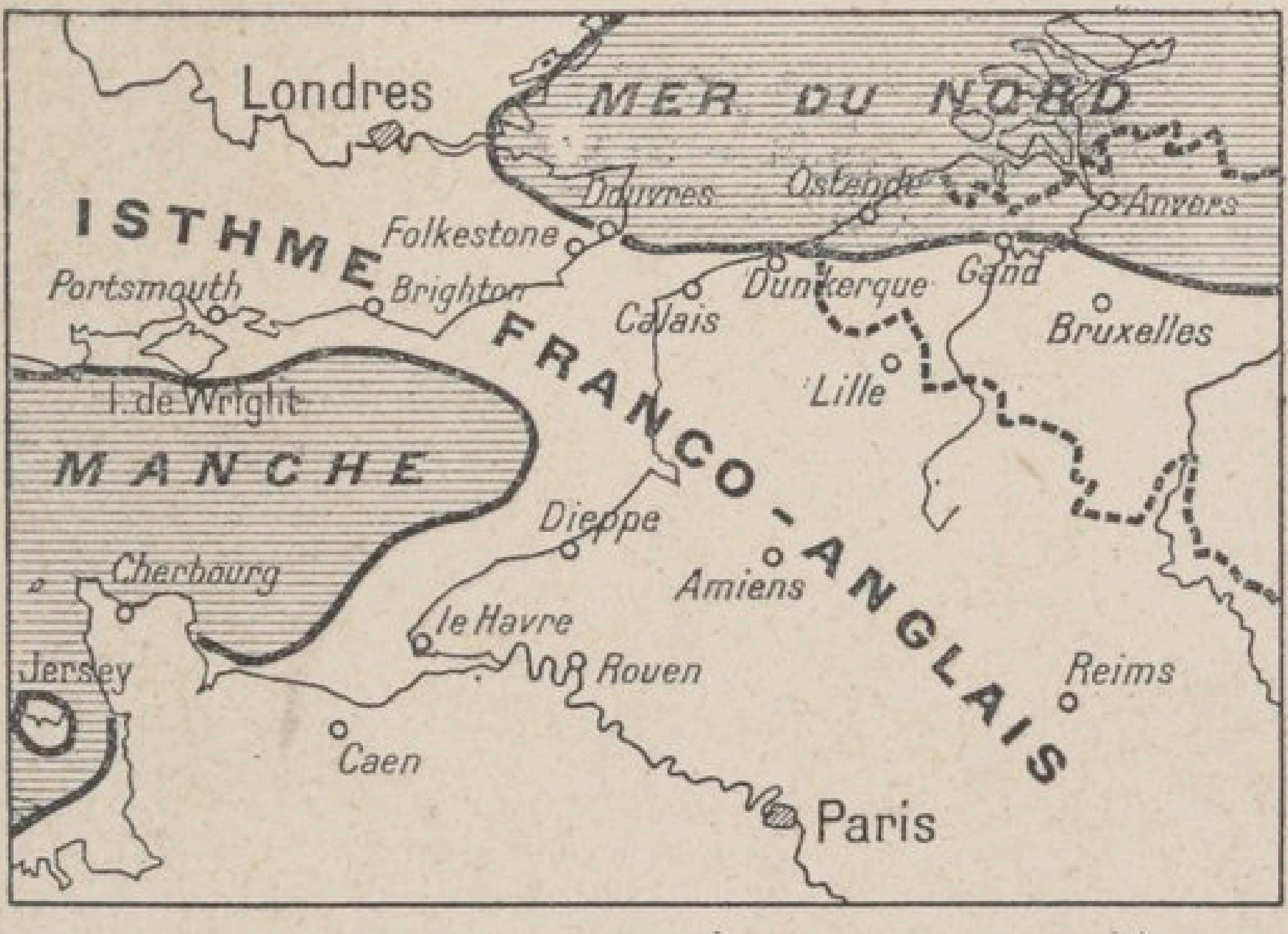


COTES DE FRANCE ET D'ANGLETERRE A L'ÉPOQUE LUTÉTIENNE.

On voit qu'un promontoire, dont la base s'étendait entre Brighton et Londres, s'avançait dans la direction du S.-E. jusque vers Lille et Arras, alors recouvertes par la mer.

On ne se lancera pas dans l'inconnu, car il existe déjà des tunnels sous-marins d'une longueur considérable. Les mines d'étain et de cuivre de Cornouailles s'étendent loin sous la mer sans que les flots les envahissent. Sur la côte de Cumberland, où s'exploitent des couches de charbon, plusieurs galeries se sont avancées à plus de 5 kilomètres de la plage et forment avec les voies transversales qui les relient un ensemble aussi long que le tunnel projeté sous la Manche.

L'essai direct de pénétration sous-marine dans la couche cénomanienne, effectué de 1875 à 1883 par la Société française, a consisté à creuser un puits de grand diamètre sur le rivage de Sangatte, jusqu'à une profondeur de 60 mètres environ au-dessous du niveau de la mer. On a ensuite fait partir du fond de ce puits une galerie de 4 m. 12 de diamètre pénétrant dans la couche de craie grise sur une longueur atteignant 1.839 mètres sous la mer. Il existe encore aujourd'hui à Sangatte une usine comprenant deux machines à vapeur de 300 HP, des compresseurs d'air, un puits avec chevalement, de puissantes pompes d'épuisement.



ASPECT DE LA FRANCE ET DE L'ANGLETERRE A L'ÉPOQUE MIOCÉNIQUE.

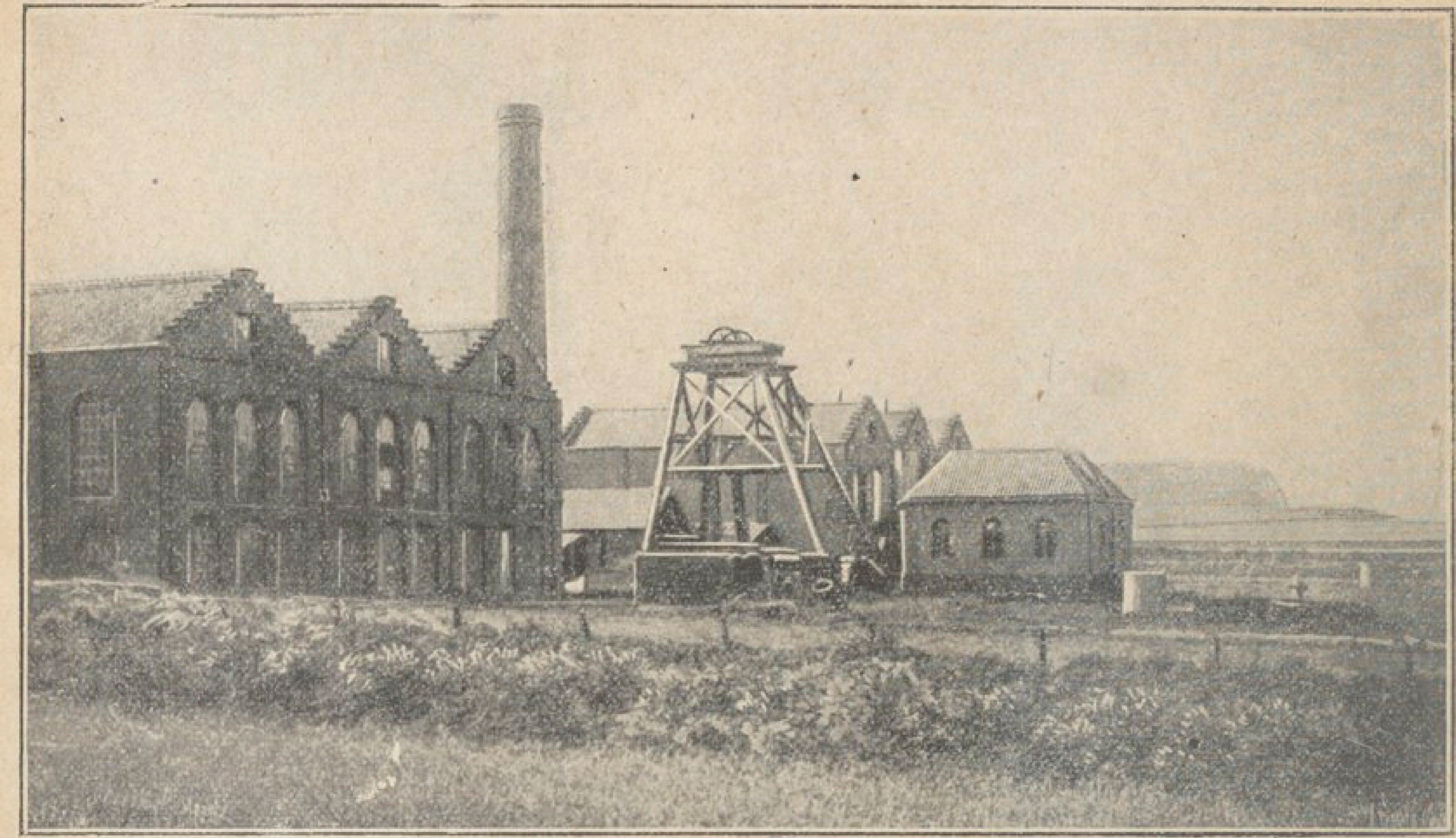
Par suite d'un soulèvement de l'écorce terrestre, le littoral compris entre Ostende et le Havre est apparu à la surface et s'est soudé à l'extrémité de l'ancien promontoire anglo-français de la mer lutécienne, qui est devenu un isthme.

La galerie d'études creusée du côté anglais, au pied de la falaise de Shakespeare, et qui s'étend à près de 1.842 mètres sous la mer, est restée étanche.

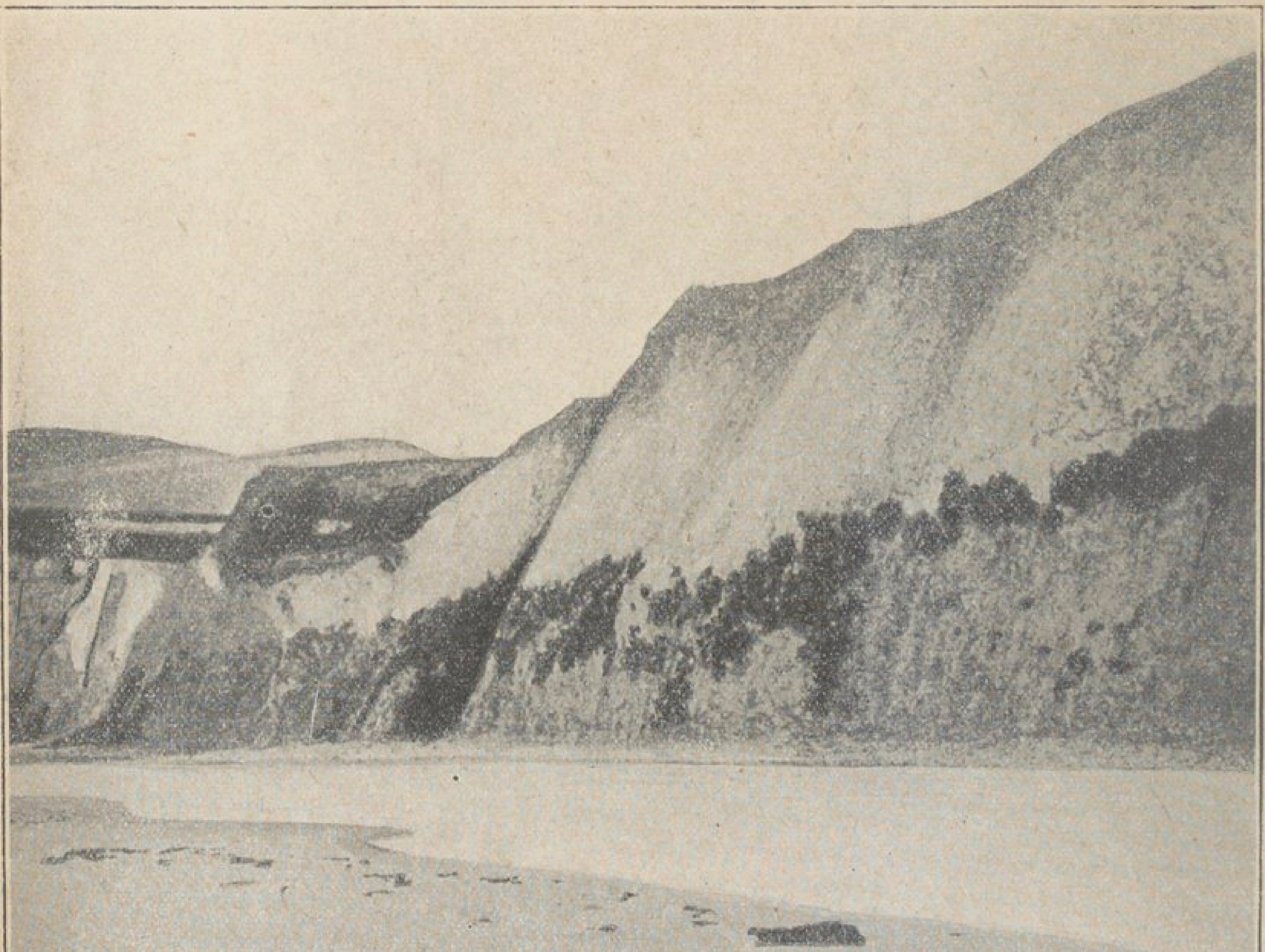
Enfin, comme nous l'avons vu, le cheminement réel du tunnel pourra donner lieu, en fait, à un tracé et à un profil plus tourmentés que le tracé et le profil théoriques donnés aux entrepreneurs, qui auront comme principal objectif de maintenir toujours le tunnel dans la couche de craie grise imperméable

L'emploi de la traction électrique permettra d'obtenir les puissances et les vitesses voulues, avec des courbes qui peuvent descendre à 250 ou 300 mètres de rayon et même moins, et avec des pentes qui peuvent aller jusqu'à 15 et même 20 mm. Le problème de la traction est ainsi rendu plus facile à résoudre et l'on ne conserve plus aucun doute sur la possibilité de faire suivre au tunnel toutes les inflexions et toutes les dénivellations qu'on pourrait être ainsi amené à lui imposer.

La ventilation n'aura ainsi qu'une importance qu'on peut qualifier de secondaire auprès de celle qu'elle a dans les grands tunnels où la traction



CHEVALEMENT DU PUITS D'ACCÈS A LA GALERIE SOUS-MARINE D'ESSAI DE SANGATTE



ASPECT GÉNÉRAL DE LA FALAISE LITTORALE NON LOIN DU CAP BLANC-NEZ

On distingue, à la base, la couche de craie imperméable dans laquelle on percera le tunnel.

s'effectue par la vapeur, et qui pénètrent profondément au sein de roches à température relativement élevée.

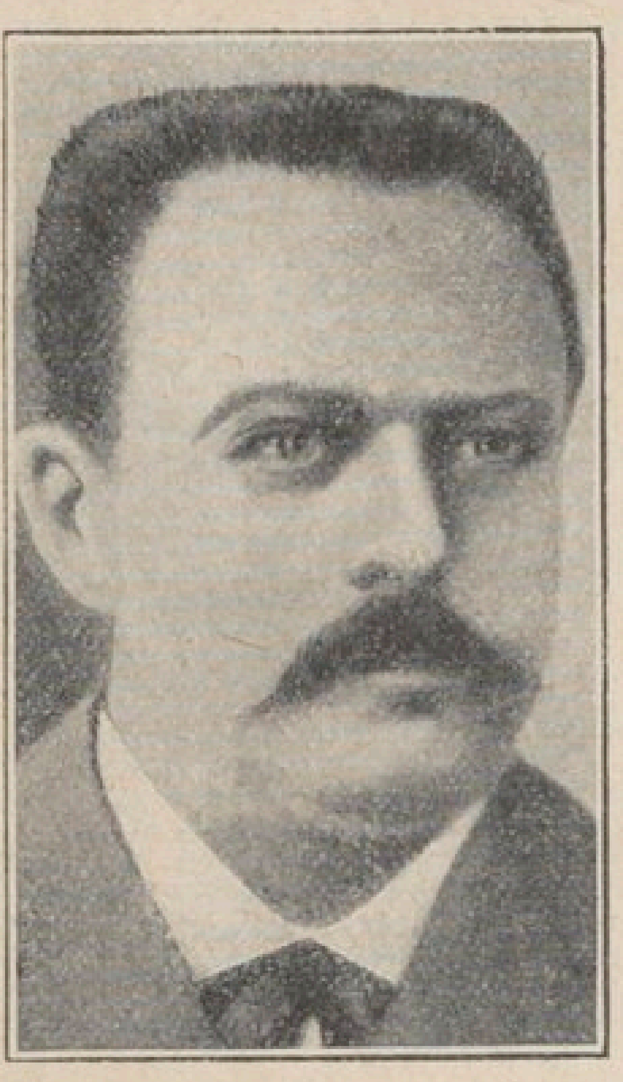
Etant donné que la traction sera électrique, il n'y aura aucune cause pratique d'altération de l'air : la température de la roche sera celle de la mer au fond du détroit, soit au maximum 17 degrés.

Enfin, comme le tunnel comprendra deux galeries circulaires distantes de quinze mètres dont chacune sera spécialisée à un sens de circulation, le renouvellement de l'air par le passage même des trains sera rendu des plus faciles.

Un puissant ventilateur actionné par des moteurs de 300 HP sera cependant installé dans chacun des deux puits d'extraction de Sangatte, à l'extrémité de la galerie, dite « d'écoulement »; un seul de ces deux ventilateurs suffira pour renouveler complètement tout l'air du tunnel pour la moitié française dans l'espace de trois jours, en supposant qu'il ne soit passé aucun train pendant ce laps de temps, c'est-à-dire que la circulation proprement dite des trains ne soit pas venue ajouter son concours bienfaisant à l'action du ventilateur.

En mettant en action les deux ventilateurs on renouvellerait l'air de toute la partie française en un jour et demi environ.

On peut d'ailleurs prendre des dispositions pour se servir du passage même des trains dans le but d'aider à la ventilation, au moyen de portes interposées convenablement dans les boyaux de communication.

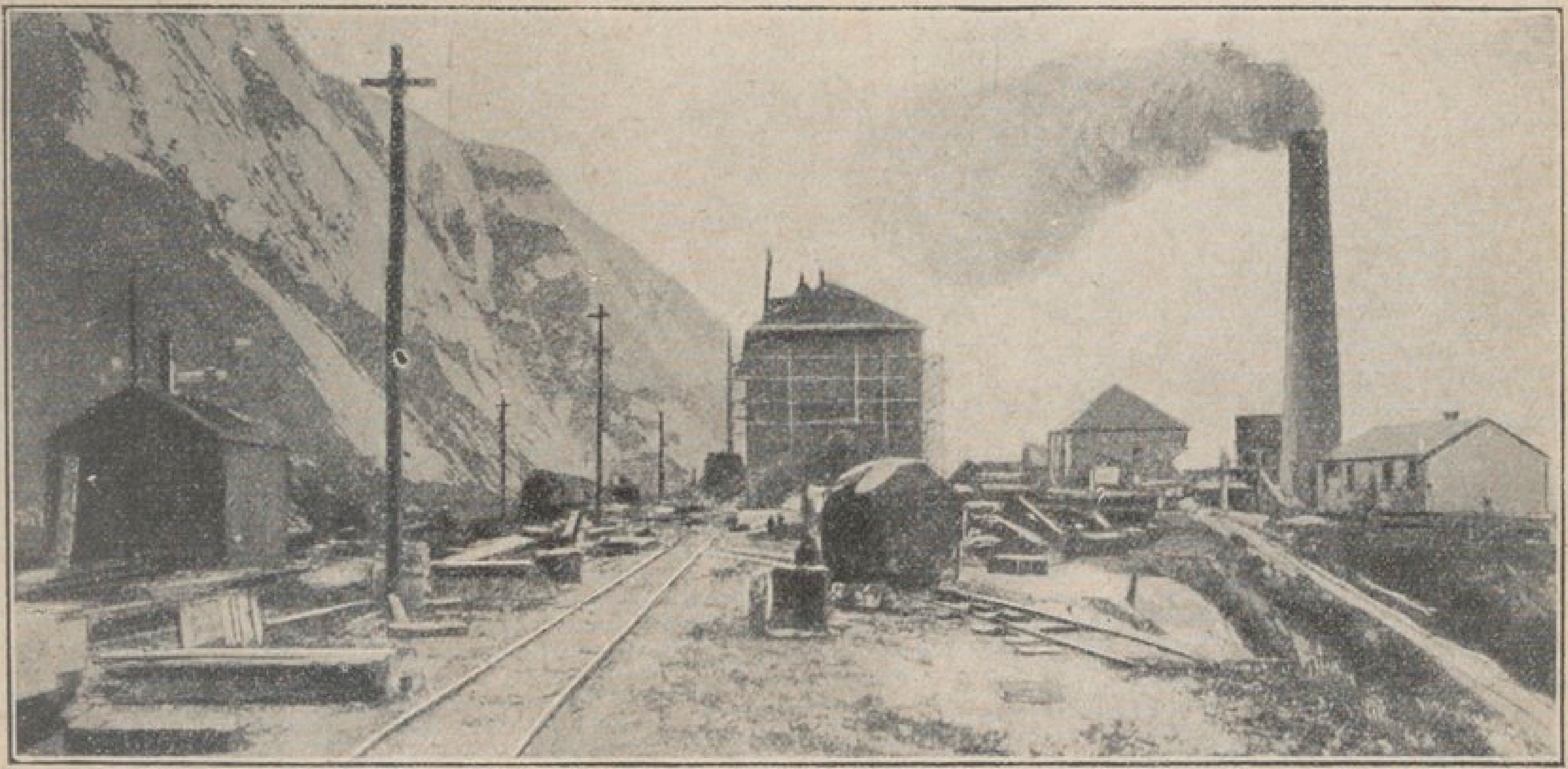


M. LUDOVIC BRETON

Ingénieur, ancien directeur de la Compagnie Française du tunnel sous-marin.

Les études faites démontrent qu'il est prudent, pour tenir compte des imprévus, des intérêts pendant la construction, etc., de fixer le chiffre des dépenses à 200 millions pour la partie française, soit 400 millions de francs au total. La distance entre les gares étant de 61 kilomètres, et le tunnel proprement dit ayant une longueur de 53 kilomètres, c'est une dépense de plus de 7 millions par kilomètre de tunnel, et qui peut paraître élevée.

Le grand souterrain de 4 kilomètres, qui va de la place Valhubert à la gare du quai d'Orsay a coûté moins cher, puisqu'il n'est pas revenu à 4 ou 5 millions de francs. Le Métropolitain souterrain de Paris varie de 1.500.000 à 2.000.000 de francs par kilomètre. Mais il faut reconnaître que les travaux se présentent ici dans des conditions tout à fait différentes et il faut tenir compte aussi de la plus-value de la main-



FUTUR DÉBOUCHÉ DU TUNNEL SUR LA RIVE ANGLAISE, AU PIED DU SHAKESPEARE CLIFF

Les Anglais, toujours pratiques ont utilisé l'usine qui a servi au percement de leur galerie d'essai pour effectuer des sondages destinés à découvrir les couches de houille.

d'œuvre, des matériaux et des installations mécaniques après la fin de la guerre.

Très probablement, on ne rencontrera pas dans le forage du tunnel sous-marin les difficultés considérables qui ont ralenti le percement du Simplon. On n'aura pas à lutter contre la température élevée, qui rendait le travail des ouvriers difficile et même dangereux ; on n'aura pas à subir les trombes d'eau qui ont inondé les chantiers ; on trouvera des terrains homogènes, faciles à percer et réguliers, toutes conditions favorables à une exécution économique.

En revanche, on aura à creuser un souterrain d'une longueur beaucoup plus grande et l'on sera en présence de difficultés spéciales pour l'organisation de chantiers d'évacuation des déblais. On n'aura pas à évacuer, de chaque côté du milieu du détroit, moins de 1 million 800.000 mètres cubes, qu'il faudra porter à une distance moyenne d'au moins 15 kilomètres de distance et élever ensuite du fond des puits à l'aide de chaînes à godets pour les transporter loin des chantiers.

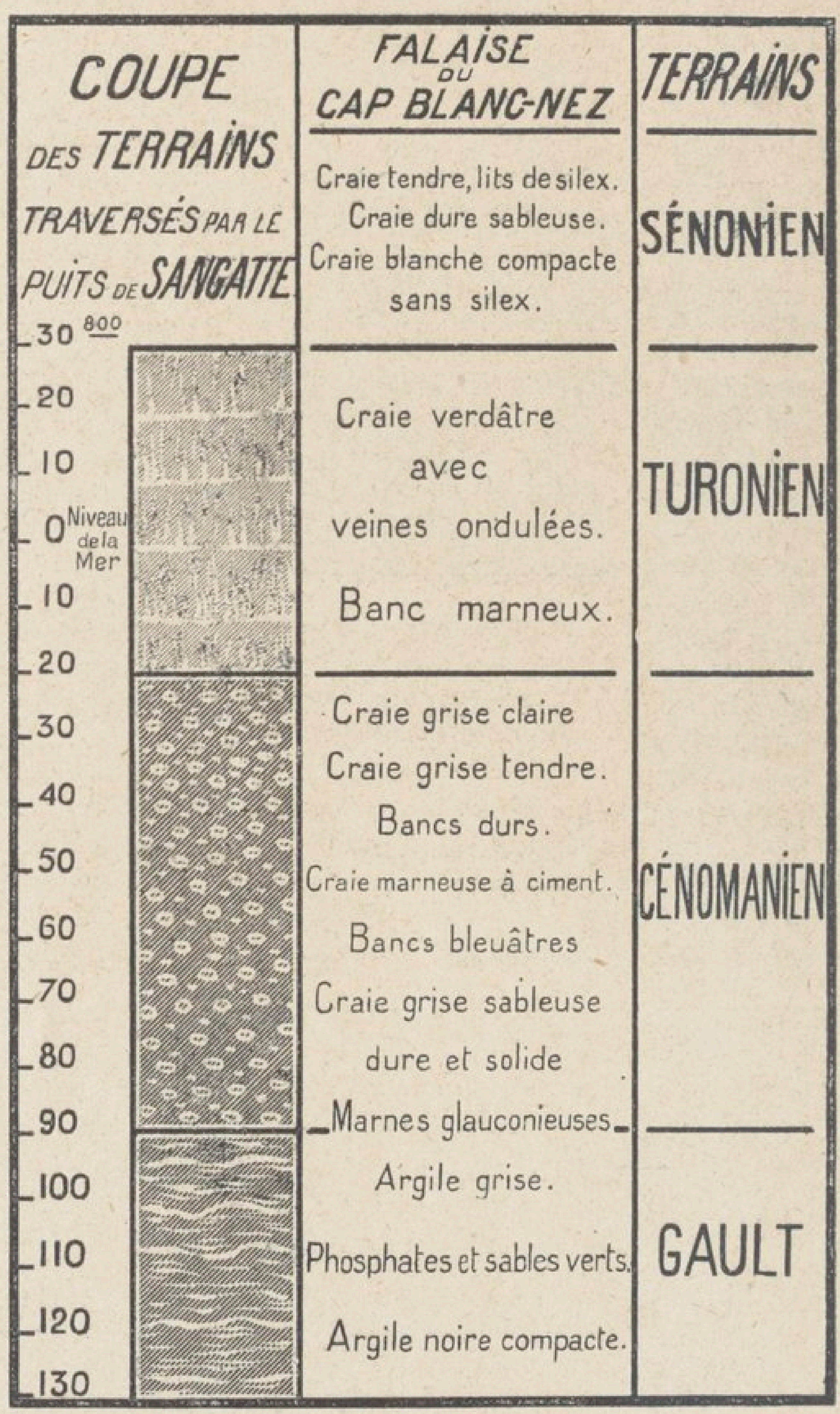
Enfin, de nombreux sondages, qu'il faudra faire pour reconnaître le terrain et rester dans la couche imperméable, donneront lieu à des frais qui seront loin d'être négligeables.

L'exploitation du chemin de fer sous-marin sera facile, car on aura recours à la traction électrique qui permet de distribuer, par les moyens les plus simples, la force motrice tout le long du tunnel, partout où l'on a besoin, sans qu'il soit nécessaire de prévoir des installations fixes importantes, telles que dépôts de charbon, alimentations d'eau, etc. Tout au plus y aura-t-il de distance en distance quelques stations de transformation de courant peu encombrantes.

La disposition adoptée pour le profil du tunnel, qui comporte des pentes et des contre-pentes très faibles dans toute la partie centrale, et seulement des rampes accentuées aux points d'origine, près des usines génératrices, rendra particulièrement facile et économique la distribution du courant de traction sur la ligne.

Comme il s'agit d'un long ruban de 61 kilomètres de longueur environ, sans stations intermédiaires, les trains pourront se suivre dans chaque groupe de même vitesse, à très faible intervalle, à la condition d'aménager les sections de block-système d'une manière convenable, et le débit de la ligne électrifiée pourra être ainsi considérable.

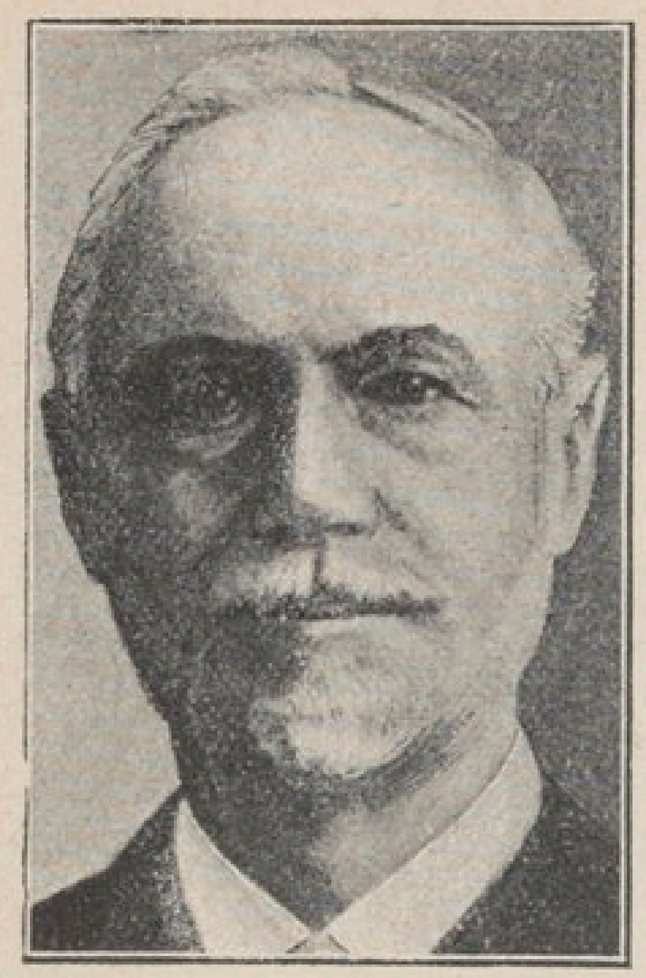
Il n'est pas impossible, en effet, comme cela se pratique depuis longtemps sur le réseau du Nord, de faire circuler des trains rapides sur des centaines de kilomètres, à cinq minutes d'intervalle les uns des autres et même moins. D'autre part, l'expérience



COUPE GÉOLOGIQUE A SANGATTE ET AU CAP BLANC-NEZ

faite des transports militaires depuis plus de deux ans, a surabondamment démontré que l'on pouvait faire passer, sans interruption sur une même voie, des trains à lourde charge toutes les dix minutes, soit 144 trains par jour — admettons pratiquement 120 et même seulement 100 — si nous voulons donner une marge assez grande pour l'entretien des installations de voie, qui exige environ quatre heures par jour.

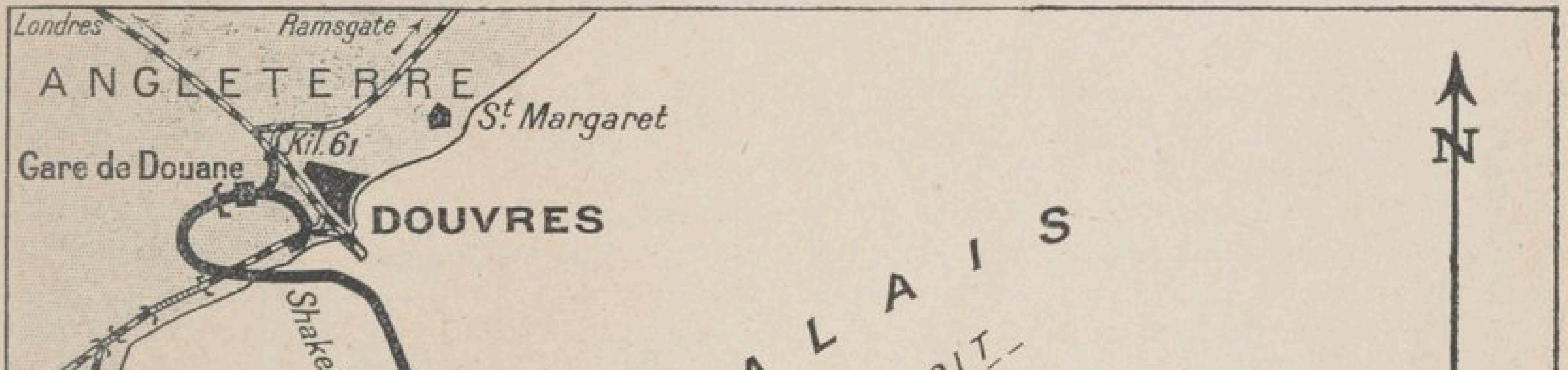
Dans tous les cas, le trafic se composera surtout de la presque totalité des voyageurs traversant actuellement le détroit, et qui s'accroîtra très rapidement, en raison des nouvelles facilités offertes, ce qui donnera une recette qui ne sera certainement pas inférieure à trente millions. Si l'on ajoute le transport des marchandises en grande vitesse, des marchandises de valeur ou périssables, on peut tabler sur une nouvelle recette de vingt millions, soit en tout cinquante millions. En retranchant de ce total les frais d'exploitation, soit quinze millions environ, on aura comme recette nette trente-cinq millions qui représentent de 7 à 10 % du capital engagé, suivant qu'on pourra exécuter le tunnel pour cinq cents millions ou pour trois cent cinquante millions, c'est-à-dire si l'on doit subir des dépenses dépassant le chiffre prévu de quatre cents millions, ou, au contraire, faire quelques économies sur le montant de ce budget qui comporte forcément une certaine marge.



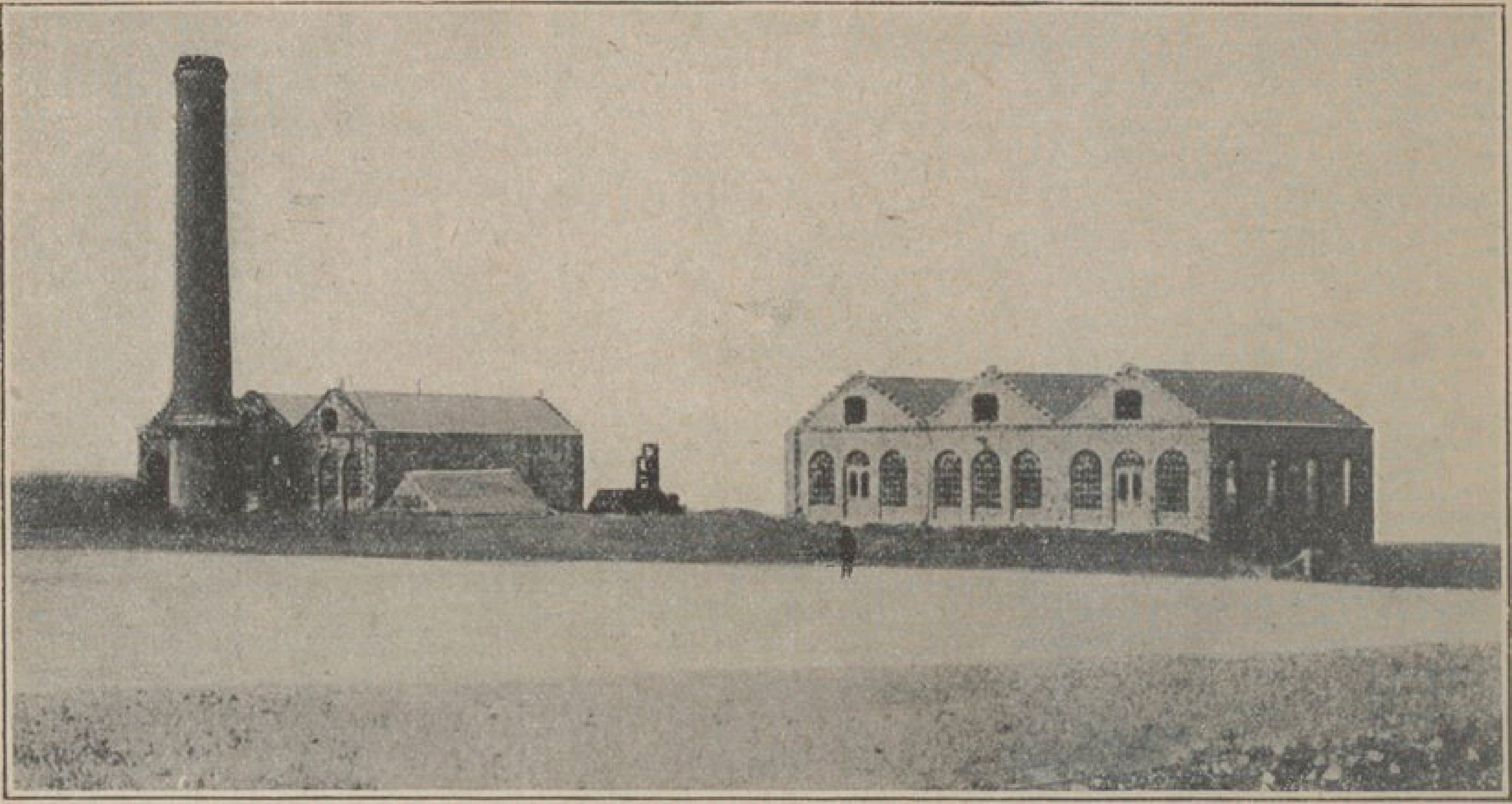
M. A. SARTIAUX

Ingénieur en chef du Chemin de fer du Nord ; administrat^r de la C^ie française du tunnel.

C'est un résultat suffisant pour une entreprise qui a pour but de fournir aux deux nations intéressées un puissant



TRACÉ COMPLET DU CHEMIN DE FER SOUS-MARIN, ENTRE MARQUISE ET DOUVRES



USINE DE COMPRESSION D'AIR ET DE POMPAGE, A SANGATTE

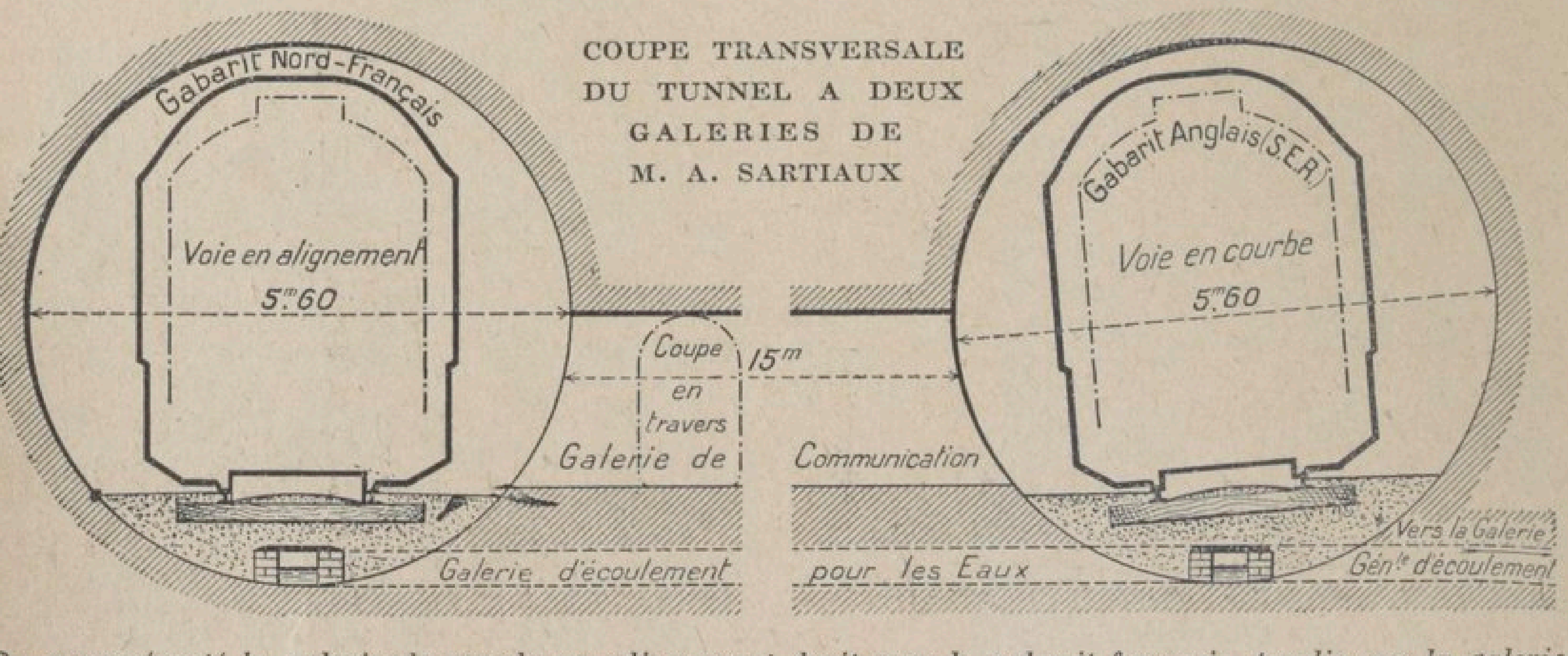
Ces bâtiments contiennent les pompes d'épuisement ainsi que les compresseurs d'air qui alimentaient les perforatrices ayant servi, en 1883, à M. Breton pour le percement de la galerie d'essai du tunnel sous la Manche, laquelle s'avance à 1839 mètres sous la mer.

instrument de travail et dont l'objet, on le comprend, n'est pas de faire gagner plus ou moins d'argent à ses promoteurs.

On voit, en tout cas, que les études de la voie proposée ont été poussées très loin dans les détails les plus minutieux, de manière à ne plus laisser aucune place à l'imprévu.

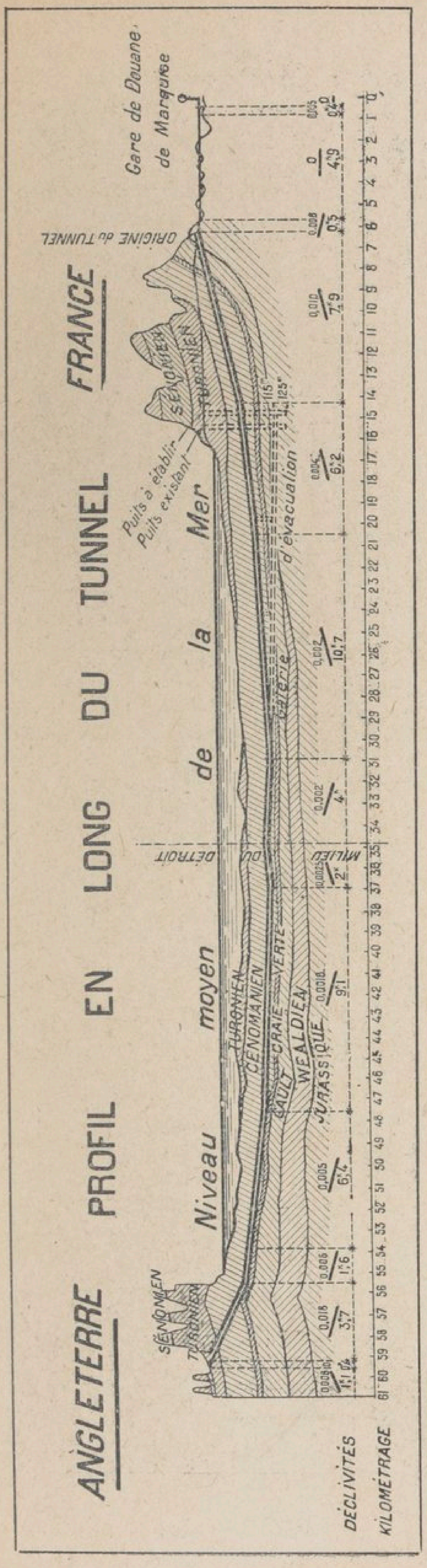
C'est ce qui distingue le projet actuel des anciens travaux de Thomé de Gamond dont les conceptions fondées sur une connaissance très imparfaite de la géologie du sous-sol du Pas-de-Calais étaient inexécutables. En effet, dans l'esprit de Thomé de Gamond, le tracé du tunnel ne pouvait être qu'une ligne droite. La galerie n'eût jamais pu être maintenue dans la couche de craie imperméable dont il faut, au contraire, suivre servilement les moindres inflexions, comme nous l'avons montré plus haut.

Une autre partie irréalisable des anciens projets était la construction d'une gare et d'un port d'abri avec bassins à flot sur le banc de Varne, situé vers le milieu du parcours du chemin de fer sous-marin. Transformé en « îlot naviforme », pour employer les termes mêmes de l'auteur, le banc était



COUPE TRANSVERSALE DU TUNNEL A DEUX GALERIES DE M. A. SARTIAUX

On a représenté la galerie de gauche en alignement droit avec le gabarit français, tandis que la galerie de droite est supposée en courbe, avec le gabarit anglais. On voit aussi un des boyaux de communication servant à l'aérage et à l'entretien, ainsi que la galerie d'écoulement des eaux.



On peut constater sur cette coupe du projet de M. A. Sartiaux le profil en forme de cuvette maintenu d'un bout à l'autre, dans la craie imperméable et compacte, on voit aussi la galerie d'écoulement et les puits d'évacuation des eaux en France et en Angleterre.

percé d'un puits de grand diamètre qui eût servi d'appel d'air pour la ventilation. Plus tard, le projet primitif fut remanié et l'on devait installer à l'intérieur de cette excavation une voie dont le tracé spiraloïde partant du niveau de la voie souterraine eût amené les trains dans une gare internationale installée à la surface de l'îlot. Plusieurs projets furent également étudiés en vue de la construction d'un port de commerce avec rade-abri et bassins à flot

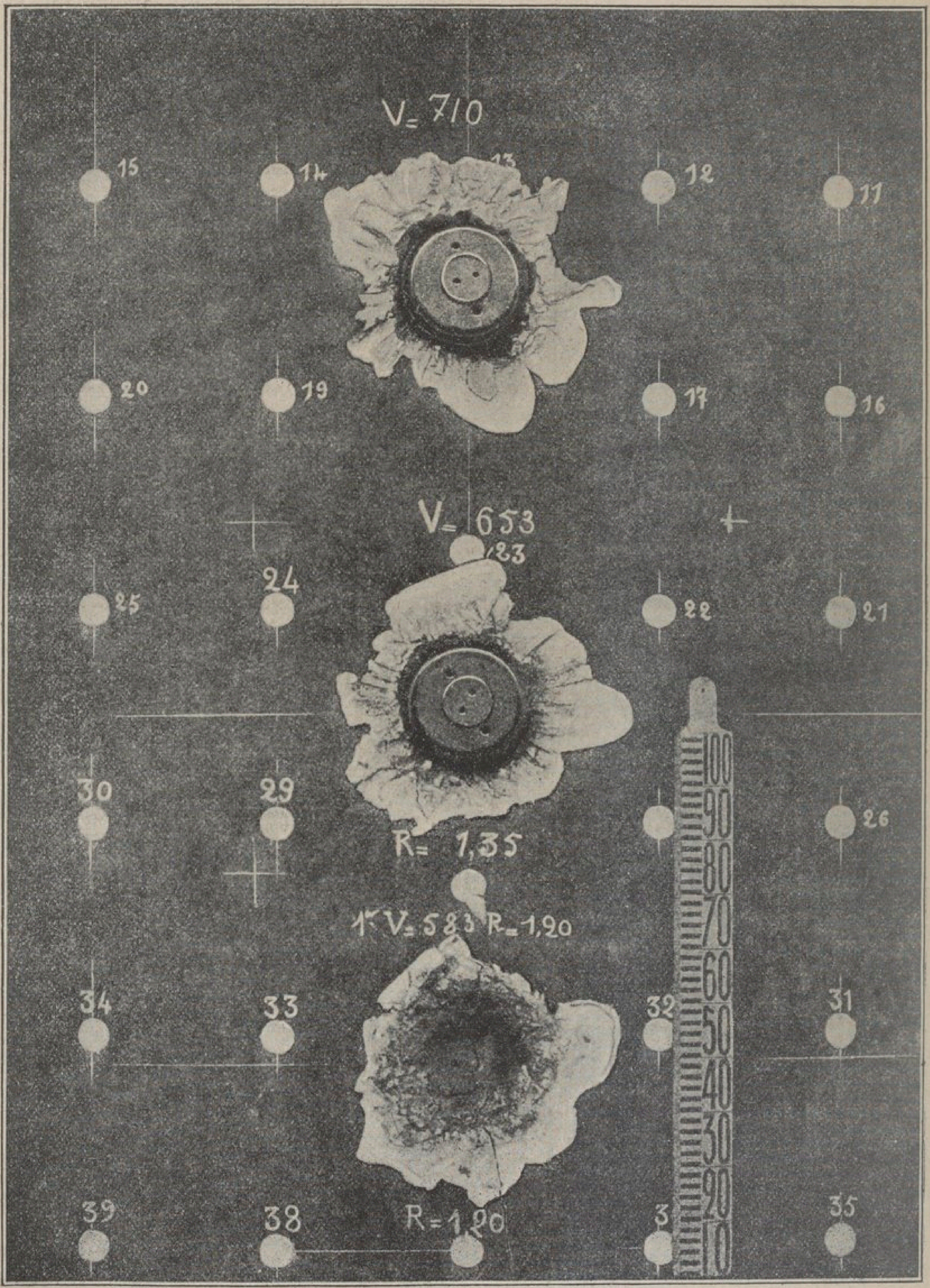
Pour qui connaît le régime des vents et l'état si souvent démonté de la mer dans le Pas-de-Calais, ces idées grandioses, et évidemment curieuses, apparaissent immédiatement comme tout à fait irréalisables.

Comment concevoir en effet la réalisation même partielle du chimérique projet dressé par Thomé de Gamond de construire en plein Pas-de-Calais « un port-abri » pour les navires, alors que l'établissement d'immenses jetées soustrait avec peine les quais de Douvres aux fureurs des vagues?

On voit également mal un tunnel placé dans d'aussi mauvaises conditions d'aérage exploité avec des locomotives à vapeur. Les gaz des foyers et l'humidité chaude eussent rapidement rendu l'air intérieur irrespirable. Etant donné la grande longueur du souterrain, la traction par câbles était impossible. Une exploitation entièrement électrique s'imposait donc, mais il n'y a guère plus de dix ans que l'on est arrivé à réaliser un matériel de traction suffisamment puissant pour assurer un pareil service sans le secours de la vapeur. La solution électrique permet de reporter les usines de production du courant tout à fait en dehors du tunnel, où l'on installera seulement quelques postes de transformation occupant peu de place et ne donnant lieu à aucun dégagement de gaz nuisibles. Le nouveau projet répond donc, en tous points, à toutes les exigences techniques, commerciales et militaires auxquelles il doit satisfaire pour avoir chance d'être adopté. Il offre notamment une sécurité absolue tout en laissant la porte ouverte à la possibilité d'une interruption volontaire du trafic si les nations intéressées venaient à en reconnaître la nécessité à un moment donné.

En effet, étant donné que le courant assurant la traction des trains se dirigeant vers l'Angleterre sera fourni par une usine anglaise il suffira d'une simple manœuvre de commutateur dans cette usine, pour interdire immédiatement tout mouvement dans le tunnel. Quelle meilleure garantie peut-on imaginer? Et pourtant elle n'implique aucune destruction préalable. H. Berthélemy.

PLAQUE DE BLINDAGE EN ACIER FORGE A LA PRESSE



Cette plaque, destinée à une tourelle du cuirassé Henri-IV, *a donné aux essais d'excellents résultats ; aucun des trois projectiles tirés n'a pu la percer entièrement.*

LES CUIRASSES
DE NOS NAVIRES DE COMBAT

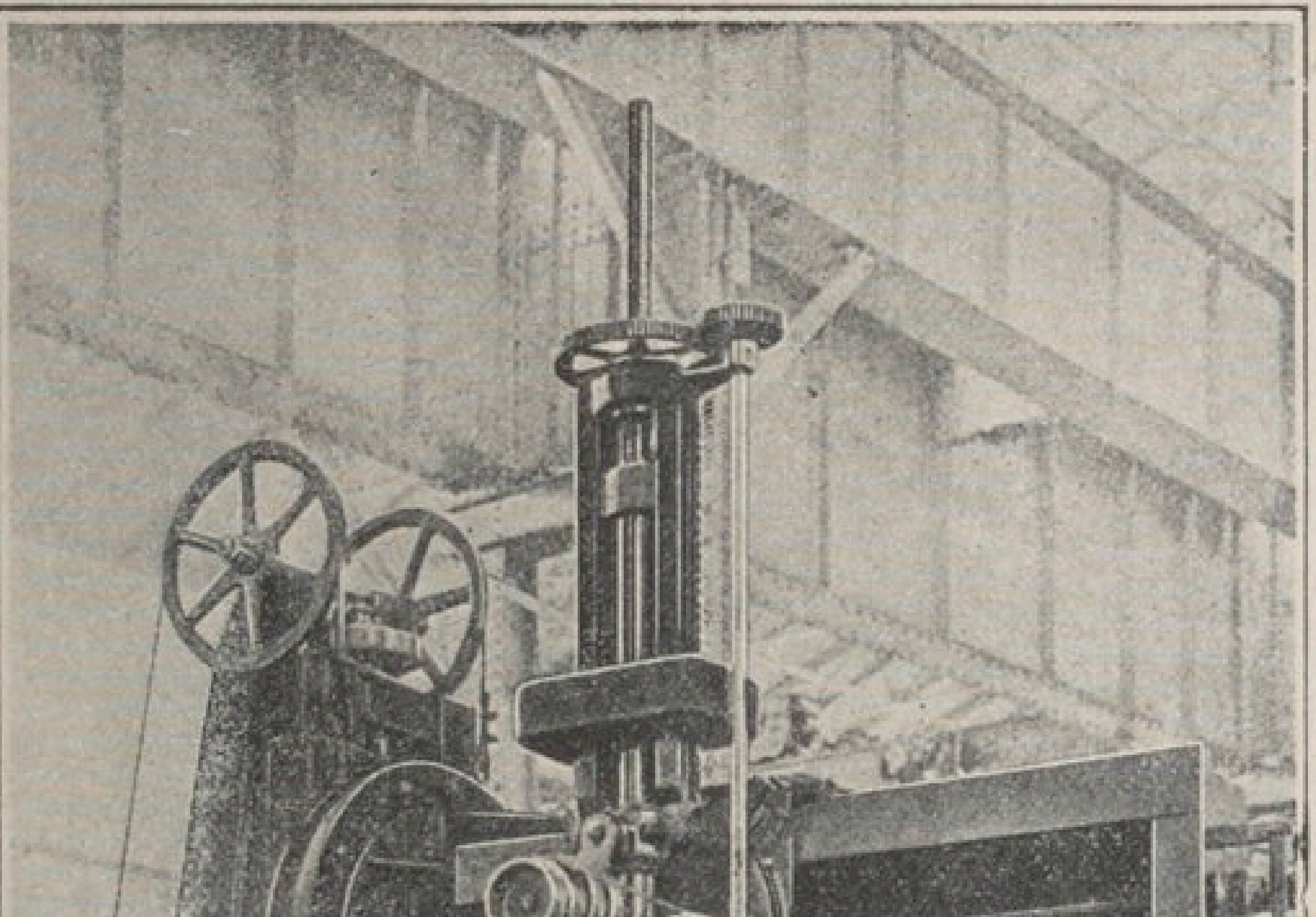
Par Justin DELAVILLE

ANCIEN INGÉNIEUR DES CONSTRUCTIONS NAVALES

Les diverses guerres qui ont mis jusqu'ici en présence des flottes cuirassées ont fourni des renseignements quelque peu contradictoires en ce qui concerne la valeur défensive des blindages.

Cependant, toutes les marines ont continué à protéger les flancs des dreadnoughts et des croiseurs de bataille au moyen d'un revêtement de plaques d'acier dont l'épaisseur varie suivant la position occupée par chaque rang de blindages par rapport aux organes vitaux qu'il s'agit de défendre contre le tir direct des pièces d'artillerie de gros et de moyen calibres.

Si l'on considère un cuirassé moderne de 30.000 tonnes, marchant à 25 nœuds, la part faite à l'armement, au cuirassement des flancs, des tourelles principales, du blockhaus, etc., représente actuellement à peu près 10.500 tonnes, c'est-à-dire 35 % du tonnage. Le prix moyen de la tonne d'acier pour cuirasse étant d'environ 2.500 francs, la dépense totale nécessitée par le revêtement complet d'un bâtiment de première ligne approche de 14 millions, soit environ 15 à 20 % de sa valeur totale.



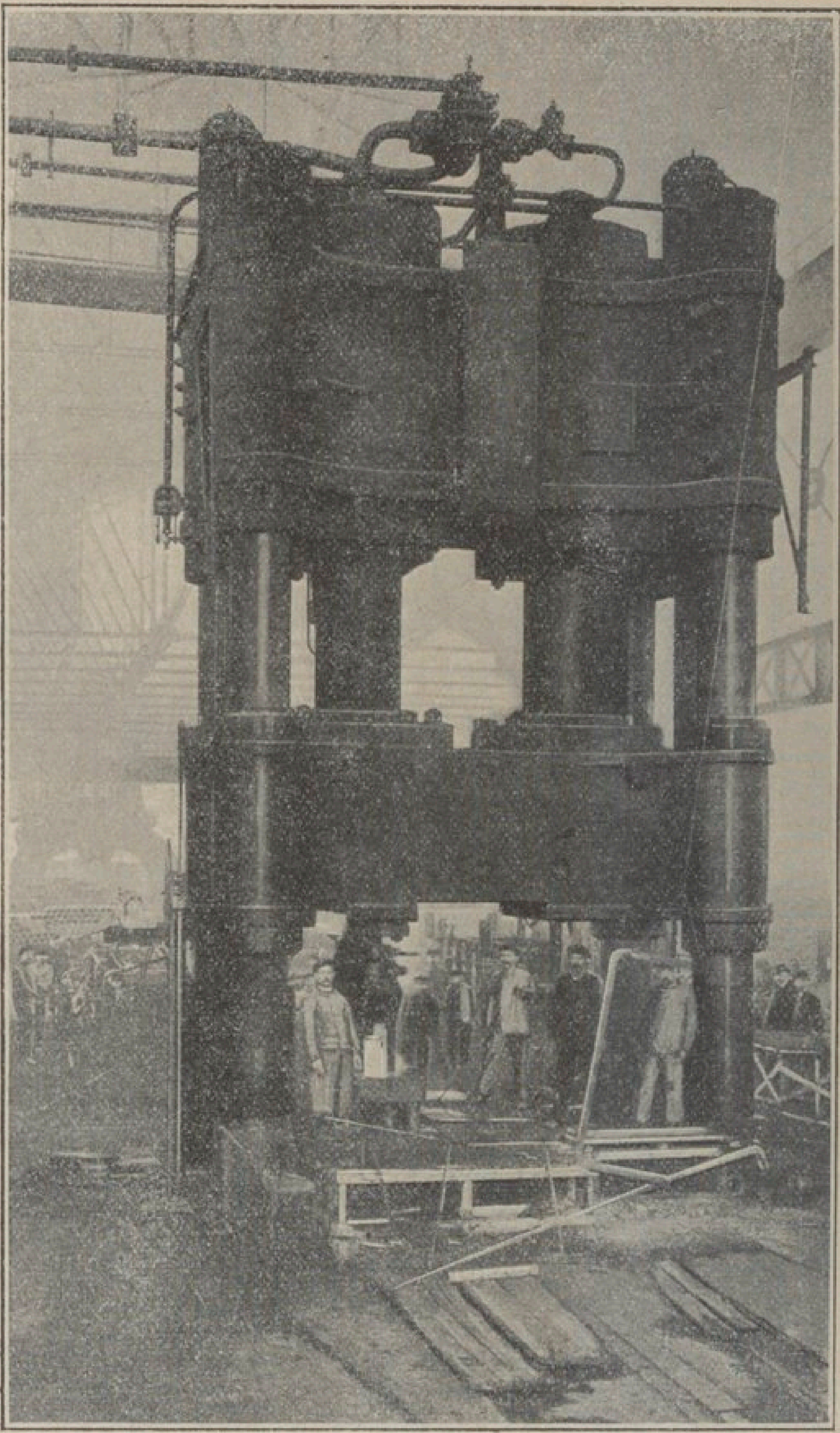
PERCEUSE VERTICALE POUR LES BLINDAGES

Les efforts des constructeurs et des métallurgistes se sont donc concentrés sur l'obtention d'un acier à blindages aussi efficace que possible sous une épaisseur qui ne dépasse guère aujourd'hui 30, 35 et, exceptionnellement, 45 centimètres pour les plaques des tourelles principales et pour celles qui défendent la partie centrale du navire. Les cuirassés américains sont défendus par des blindages de 33 à 46 centimètres (*Nevada*, *Pennsylvania*).

En effet, pour rester dans les limites possibles en ce qui concerne le poids du cuirassement, on a restreint la défense aux parties vitales : machines et chaudières, gros canons,

mécanismes des tourelles, soutes à munitions, bases des cheminées, blockhaus du commandant, etc. Dans un cuirassé français moderne, le cuirassement complet n'est appliqué qu'à la longueur comprise entre les grosses tourelles extrêmes, ce qui représente environ 65 à 70 % de la longueur totale, soit un peu plus de 120 mètres pour les navires du type *Normandie*, qui ont 175 mètres de bout en bout. A l'avant et à l'arrière, la ceinture cuirassée se compose d'une série de plaques de 18 cm d'épaisseur régnant sur une longueur d'une trentaine de mètres. D'autre part, les compartiments des machines sont protégés par une cuirasse supplémentaire de 60 mètres de longueur, composée de plaques de 18 cm, qui sont disposées directement au-dessus de la ceinture principale. Chaque rang de plaques a environ 2 m. 50 à 4 mètres de hauteur. Les tourelles sont protégées par des plaques de 33 à 45 cm. Les Anglais ne cuirassent pas les extrémités, tandis qu'en France, on a gardé l'habitude de blinder les navires de bout en bout, quitte à diminuer les épaisseurs à l'avant et à l'arrière.

Nous nous proposons d'étudier surtout, dans cet article, les méthodes et les appareils employés par les métallurgistes pour fabriquer ces plaques de protection.



PRESSE HYDRAULIQUE POUR LE " GABARIAGE "

Au moyen de ce puissant outil on donne aux plaques les profils intérieur et extérieur nécessaires, suivant la position que doit occuper chacune d'elles sur les flancs du navire.

Au début de la marine cuirassée, la métallurgie de l'acier était encore dans l'enfance, et c'est en fer que l'on exécuta les blindages des batteries flottantes qui bombardèrent Kinburn lors de la guerre de Crimée. La *Gloire*, notre première frégate cuirassée, était revêtue de plaques de fer de 10 cm d'épaisseur, fabriquées à Saint-Chamond de même que la *Couronne*, mise en chantier peu de temps après (1858-1860). Les facultés de résistance au tir des canons alors en usage sur notre flotte étaient relativement faibles pour ces blindages de fer ; aussi, fut-on amené à en augmenter successivement l'épaisseur. Les plaques avaient 20 cm sur l'*Océan*, 22 cm sur le *Richelieu*, 35 cm sur le *Redoutable*, 38 sur la *Dévastation*. Enfin l'*Amiral-Duperré*, construit en 1881, reçut une cuirasse de fer dont l'épaisseur atteignit le chiffre maximum de 55 cm. qui n'a jamais été dépassé depuis.

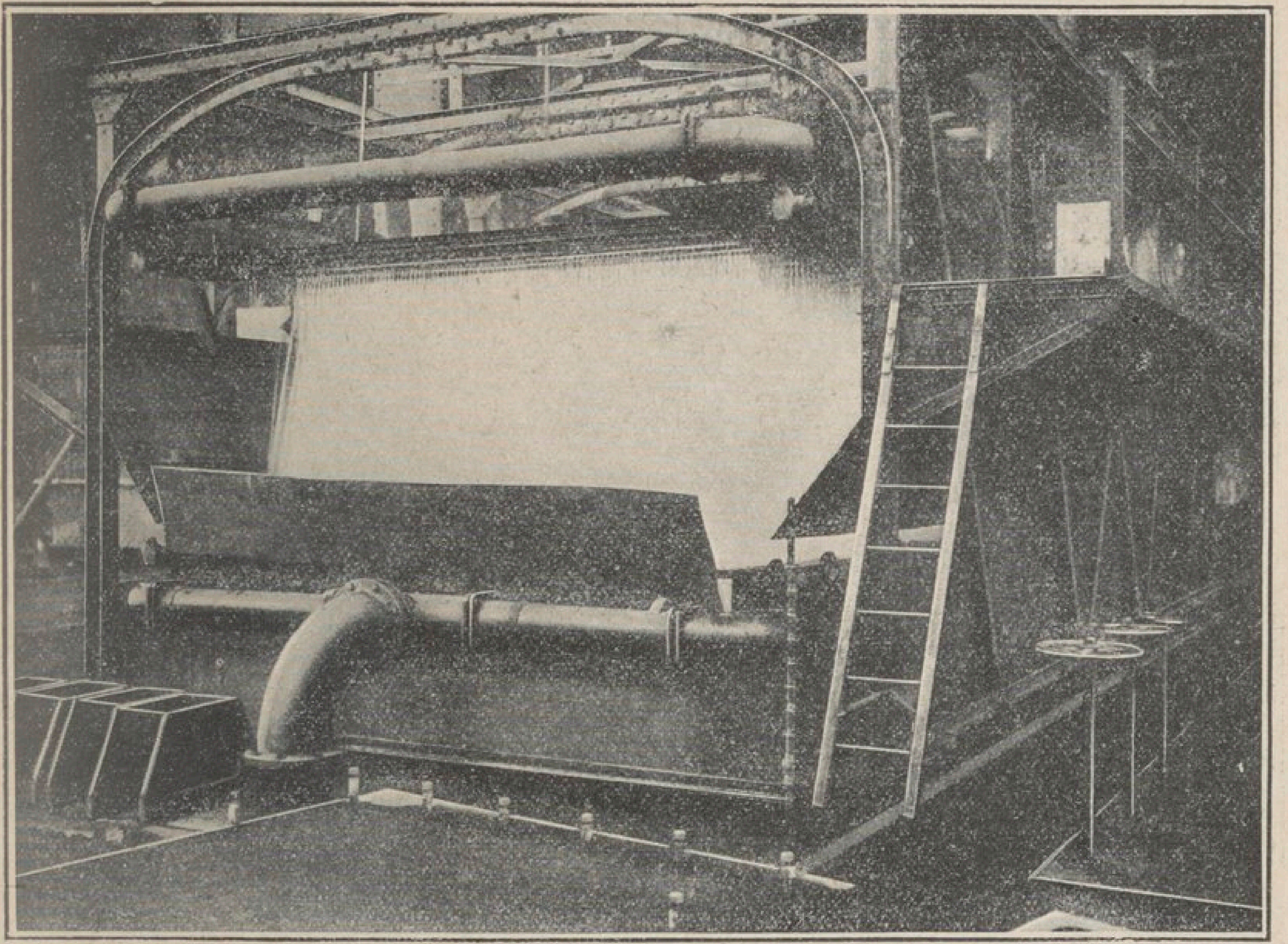
La fabrication de l'acier avait fait, depuis la mise à l'eau de la *Gloire*, des progrès suffisants pour permettre aux grands maîtres de forges spécialisés dans les blindages d'adopter ce métal d'une manière définitive.

Il faudrait nommer tous les grands métallurgistes du monde pour esquisser l'histoire de la fabrication des plaques de cuirasse. Parmi les plus connus, citons Schneider et Marrel, en France ; Vickers, Armstrong, Whitworth, Cammell, Firth, Brown, Beardmore, Hadfield, en Angleterre ; Carnegie, en Amérique, et enfin Krupp, en Allemagne.

Le développement de la fabrication de l'acier à blindages est intimement lié aux progrès dont nous avons souvent parlé dans *la Science et la Vie* en ce qui concerne la préparation du métal dans des fours de dimensions de plus en plus colossales. On peut dire que l'avènement du four Martin, dont on connaît le fonctionnement, a été le véritable point de départ de la préparation véritablement rationnelle de l'acier à blindages.

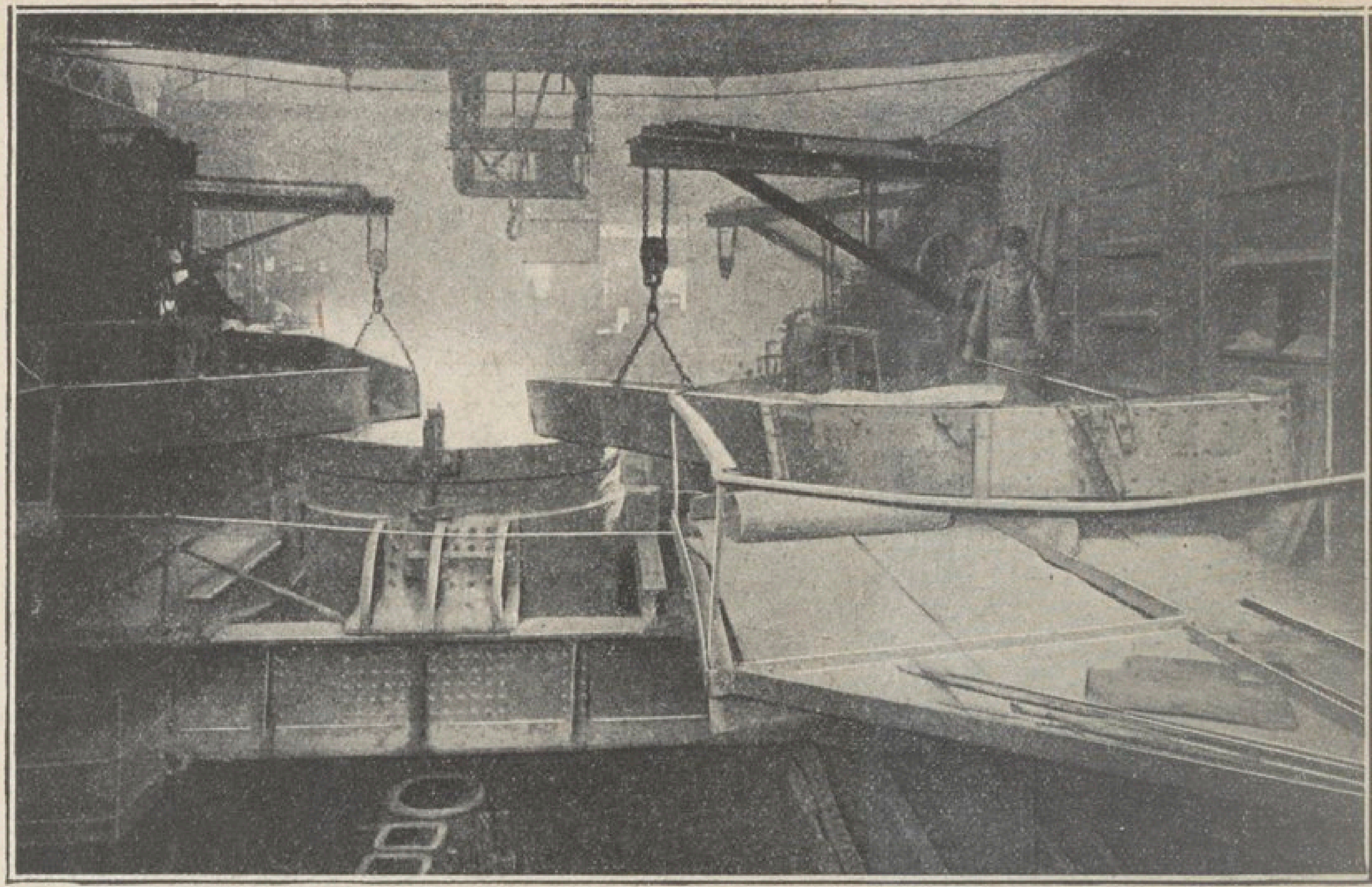
On part, en général, pour l'obtention d'une plaque, d'un lingot pesant une soixantaine de tonnes, mais dont une grande partie est sacrifiée parce que dans la tête et dans le pied des lingots se trouvent souvent des soufflures et autres défauts qui nuiraient à l'homogénéité et à la résistance du métal. Avec les fours Martin de 35 à 60 et même 90 tonnes, dont disposent aujourd'hui les grandes aciéries modernes, la coulée de ces lingots est devenue relativement facile.

Quand on employait les anciens fours Martin de 5 à 10 tonnes, il fallait réunir dans une grande lingotière le métal de plusieurs fours, ce qui donnait lieu à des manipulations longues, difficiles et même dangereuses dont la suppression a été un véritable progrès. Une fois sorti de la lingotière, l'énorme bloc de métal encore rouge, et dont l'épaisseur est voisine d'un mètre, est réchauffé puis introduit entre les cylindres d'un laminoir spécial, d'une solidité exceptionnelle, commandé par une machine à vapeur de 10.000 à 12.000 chevaux. Des ponts roulants d'au moins 60 tonnes servent à manœuvrer le lingot que l'on doit réchauffer plusieurs fois dans des fours au cours de l'opération. Les rouleaux du laminoir sont des cylindres



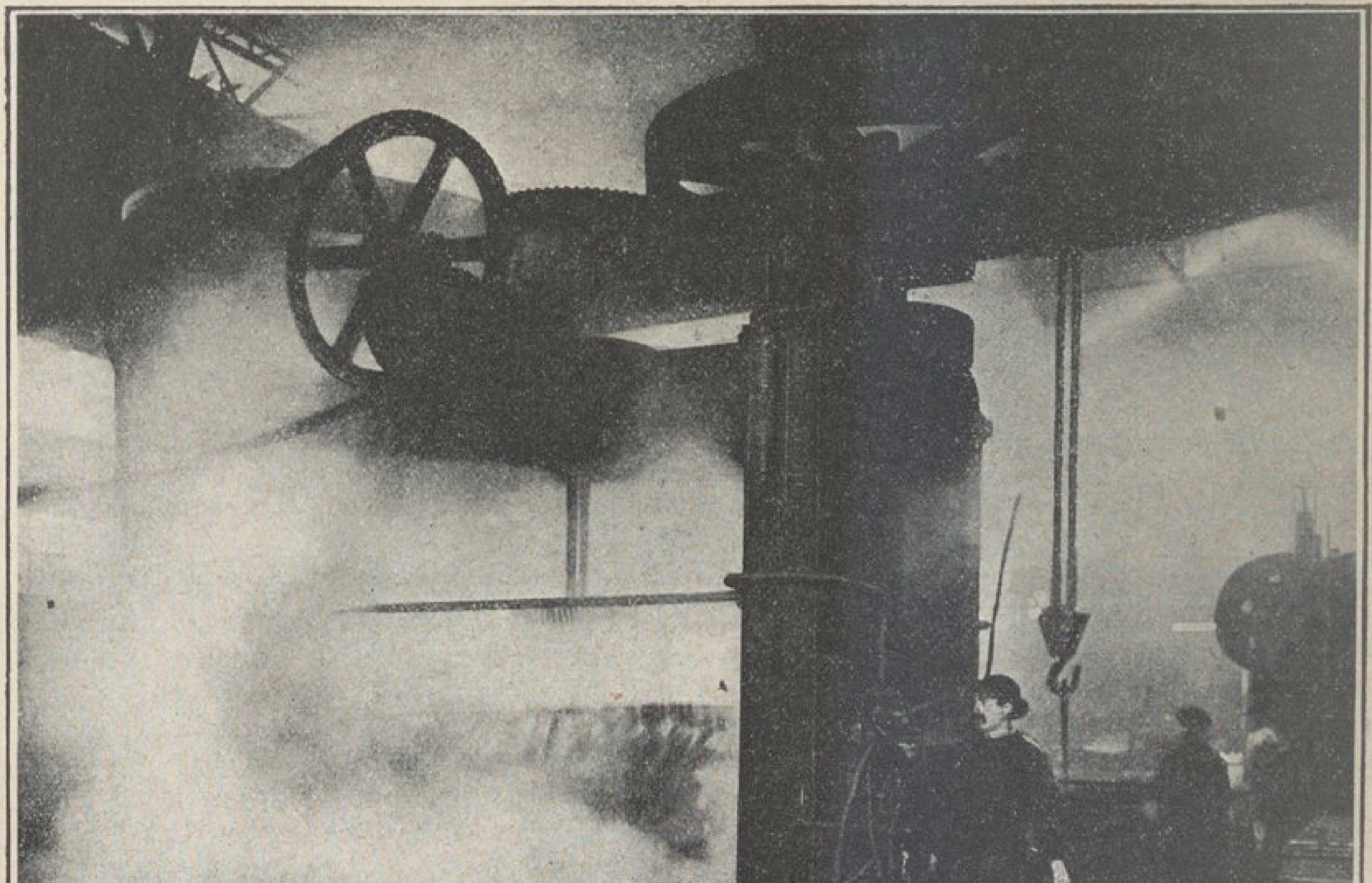
DISPOSITIF POUR LA TREMPE A L'EAU DES BLINDAGES

La plaque à tremper, chauffée d'abord à la température voulue, est dressée sur son can inférieur au centre d'un ensemble de conduites amenant l'eau sous pression. Le liquide est projeté par des trous multiples qui permettent d'arroser toute la surface du métal pour obtenir une trempe uniforme.



COULÉE D'UN LINGOT DE 90 TONNES DANS UNE ACIÉRIE MARTIN

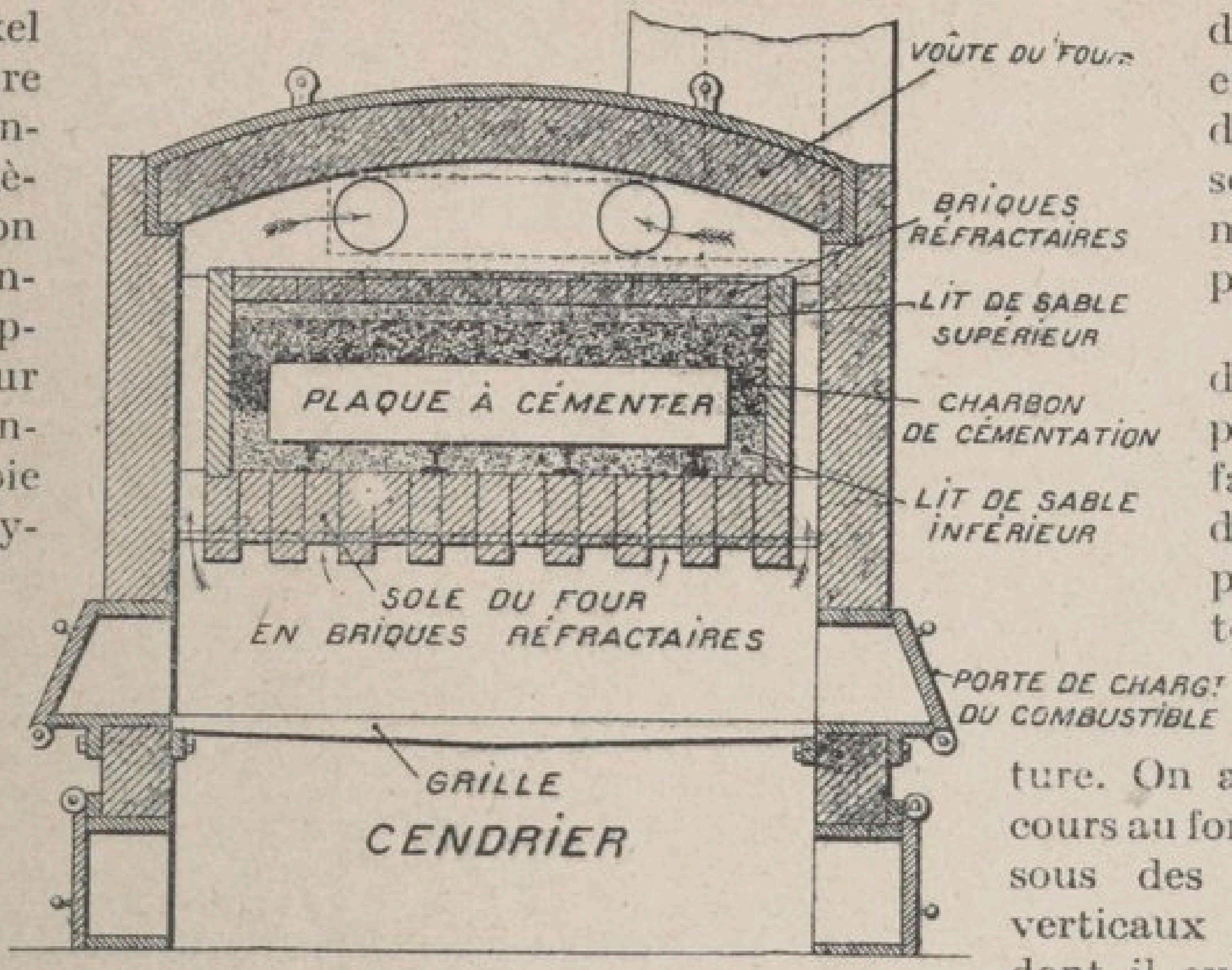
Les fours, situés à droite et à gauche, déversent leur métal en fusion dans une poche oscillante.



LAMINOIR A BLINDAGES EN FONCTIONNEMENT DANS UNE USINE DU CENTRE

Le lamineur se tient au volant de manœuvre, volant qui permet d'obtenir la pression désirée.

d'acier au nickel dont le diamètre varie entre 75 centimètres et un mètre, sur environ 4 mètres de longueur. Pour rapprocher ou pour éloigner ces cylindres, on emploie des appareils hydrauliques qui soulèvent le rouleau supérieur, dont le poids peut dépasser 20.000 kilogrammes. De part et d'autre du laminoir, le sol de l'usine est constitué par des cylindres d'acier tournant autour de leur axe sur une longueur d'une vingtaine de mètres. Il faut environ une demi-heure pour réduire à 15 centimètres l'épaisseur d'un lingot de 90 centimètres. La production d'un tel appareil et de la batterie de fours qui le dessert, est normalement de cinq à six plaques par jour.

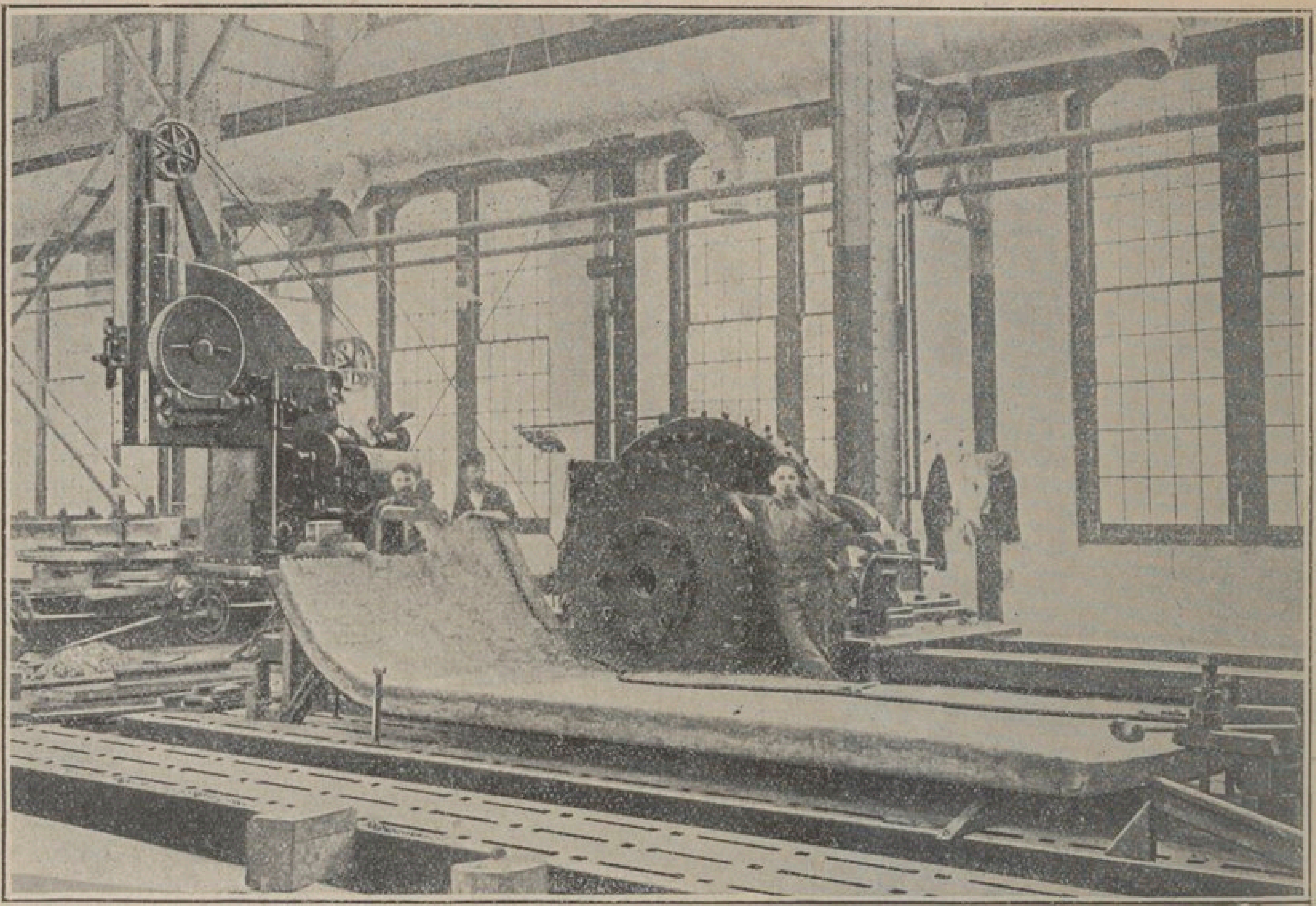


COUPE TRANSVERSALE D'UN FOUR A CÉMENTER

On a préconisé diverses méthodes pour durcir la surface des blindages, de manière à leur permettre de résister au tir des projectiles d'acier dur dits de rupture. On a d'abord eu recours au forgeage des lingots sous des marteaux-pilons verticaux de 100 tonnes, dont il existe encore quelques exemplaires en France, notamment au Creusot, à Saint-Chamond et à l'usine de MM. Marrel frères, aux Etaings, près Rive-de-Gier. Le forgeage a pour effet de bien souder le métal, mais ce procédé est actuellement remplacé par le passage des lingots sous une

FINISSAGE D'UNE PLAQUE DE CUIRASSEMENT EN ACIER MOULÉ

Des ouvriers, armés de marteaux fonctionnant à l'air comprimé, lissent la surface toujours écailleuse des blindages d'acier obtenus par coulage dans des moules.



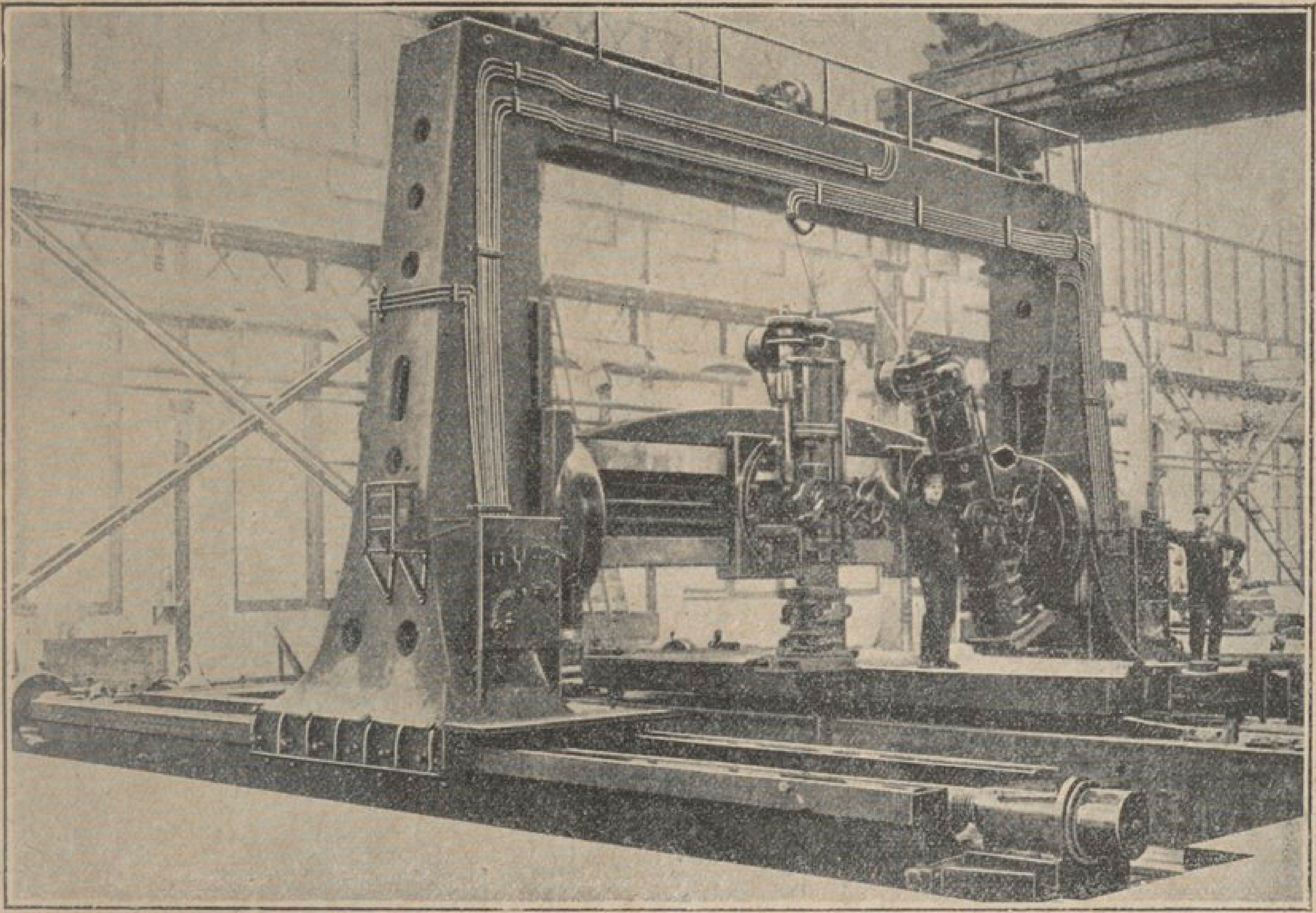
SCIE CIRCULAIRE SERVANT A TRAVAILLER LES PLAQUES DE BLINDAGE

Cette photo représente le sciage d'un blindage de casemate ayant 180 millimètres d'épaisseur.

FINISSAGE A LA FRAISE D'UNE SURFACE D'ASSEMBLAGE D'UN CUIRASSEMENT

Cette machine peut percer, forer et fraiser des plaques ayant jusqu'à 230 milimètres d'épaisseur.

presse hydraulique d'une puissance de 8.000 à 12.000 tonnes. On considère aujourd'hui que le laminage des lingots suffit pour obtenir un métal très homogène, parce qu'on emploie de l'acier au nickel fondu dans des fours Martin de très grande capacité, alors qu'autrefois on cherchait à souder ensemble des mises superposées de fer ou même de fer et d'acier. Ce dernier mode de production des blindages est presque partout remplacé, à l'heure actuelle, par l'emploi de l'acier pur au nickel ou au nickel-chrome, qui donne des plaques absolument homogènes.



RABOTEUSE A DEUX OUTILS POUR LE « DRESSAGE » DES PLAQUES

Cette machine, qui pèse plus de 200 tonnes, est une des plus puissantes que l'on ait construites jusqu'à ce jour. Elle travaille les quatre cans et une face d'un blindage ayant 7m20 de longueur, 3m60 de largeur et 305 millimètres d'épaisseur.

Malgré les progrès accomplis quant à la qualité des aciers employés, on durcit la surface des plaques par une série d'opérations qui comporte des trempes, des cémentations et des recuits successifs. La cémentation consiste en une carburation superficielle de l'acier que l'on met au contact, à température élevée, avec des corps solides ou avec des gaz susceptibles d'abandonner dans le métal une quantité de carbone régulièrement décroissante, depuis la face avant jusqu'à l'intérieur de la masse. Le procédé de cémentation inventé par M. Harvey, et mis au point par les usines américaines Carnegie, a été l'objet de nombreuses licences Il consiste à installer la plaque laminée sur un lit de sable ou d'argile desséchées dans une sorte de boîte en briques réfractaires construite sur la sole d'un four à réchauffer. La couche de sable enveloppe latéralement la plaque, sans affleurer tout à fait jusqu'à sa surface supérieure, qui émerge ainsi au-dessus du sable. La plaque est recouverte d'une couche de charbon de cémentation. épaisse d'environ 40 centimètres, que l'on tasse soigneusement dans la boîte et sur laquelle on étend un nouveau lit de sable de 5 centimètres, sur lequel repose la couche de briques réfractaires qui forme le couvercle de la boîte et qui empêche ainsi l'accès de l'air dans la boîte en comprimant le lit de charbon.

L'usine Krupp a fait breveter un procédé de cémentation gazeuse dans lequel le charbon solide est remplacé par des gaz carburés que l'on fait agir au contact de la surface à durcir. Ces gaz, en se décomposant, abandonnent des particules de carbone qui pénè-

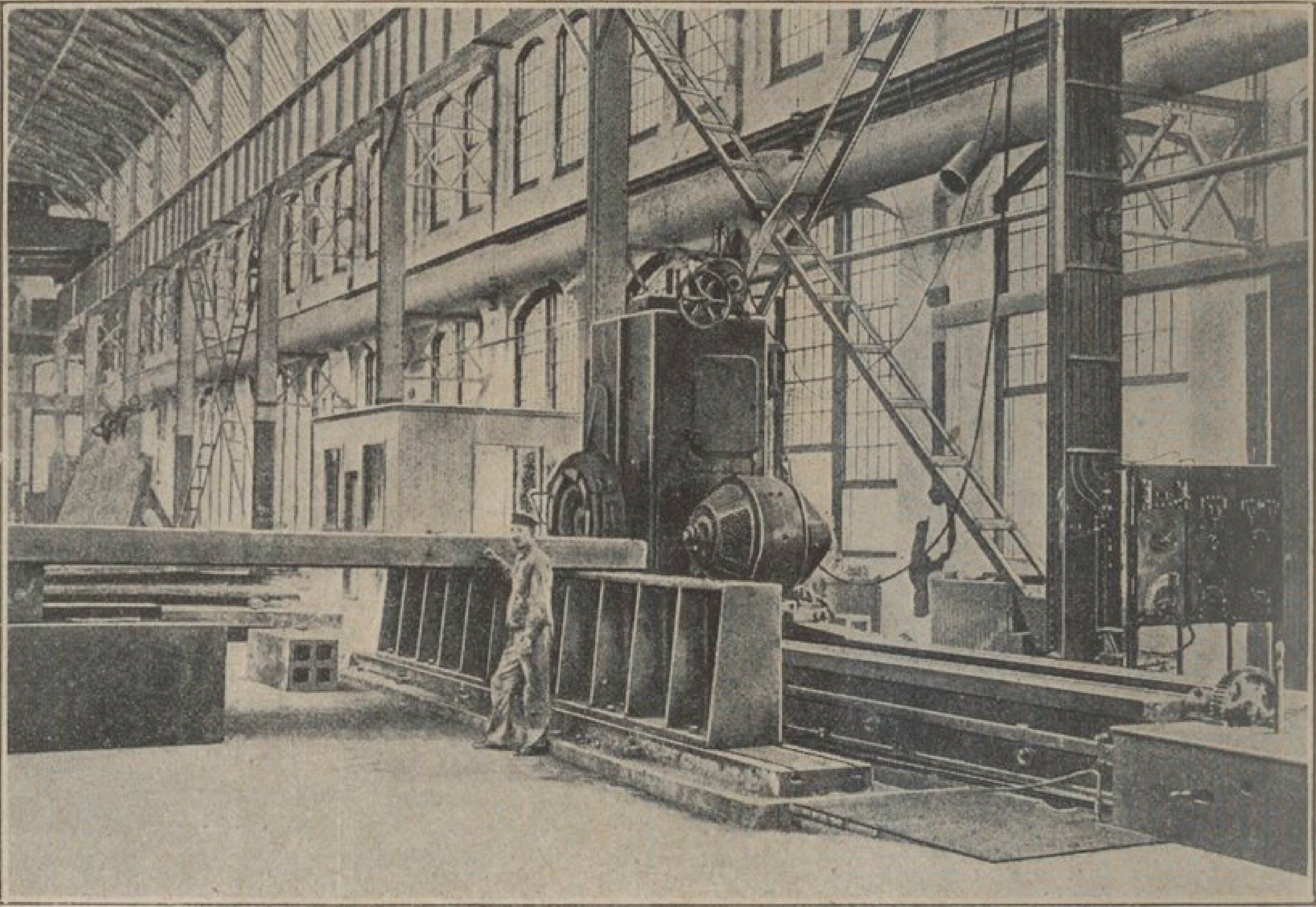
trent ainsi graduellement dans le métal.

Pour cémenter une plaque de 30 centimètres au carbone solide, on pousse généralement la carburation jusqu'à une profondeur de 75 millimètres et on continue le chauffage pendant cinq jours consécutifs. Il faut compter, en outre, deux jours entiers de chauffage préalable et ininterrompu pour amener le four à la température suffisante pour permettre l'introduction de la plaque.

Dans ces conditions, en partant d'une sombre, car, sans cela, on risquerait de le voir se fendiller sur toute sa longueur.

Une fois la plaque complètement sortie du four à cémenter, on la redresse à la presse pour rectifier les déformations qu'elle aurait pu subir pendant le durcissement. On la remet ensuite dans un four et on la chauffe très lentement, afin de pouvoir ensuite durcir encore la face carburée en lui faisant subir une trempe spéciale par aspersion d'eau froide.

La surface ainsi traitée prend une dureté



MACHINE A MEULER ACTIONNÉE PAR UNE COMMANDE ÉLECTRIQUE

Pour entamer les plaques d'acier harveyé et trempé il faut recourir à une meule de corindon montée sur un arbre horizontal. On peut ainsi planer le bord d'une plaque de 250 millimètres d'épaisseur.

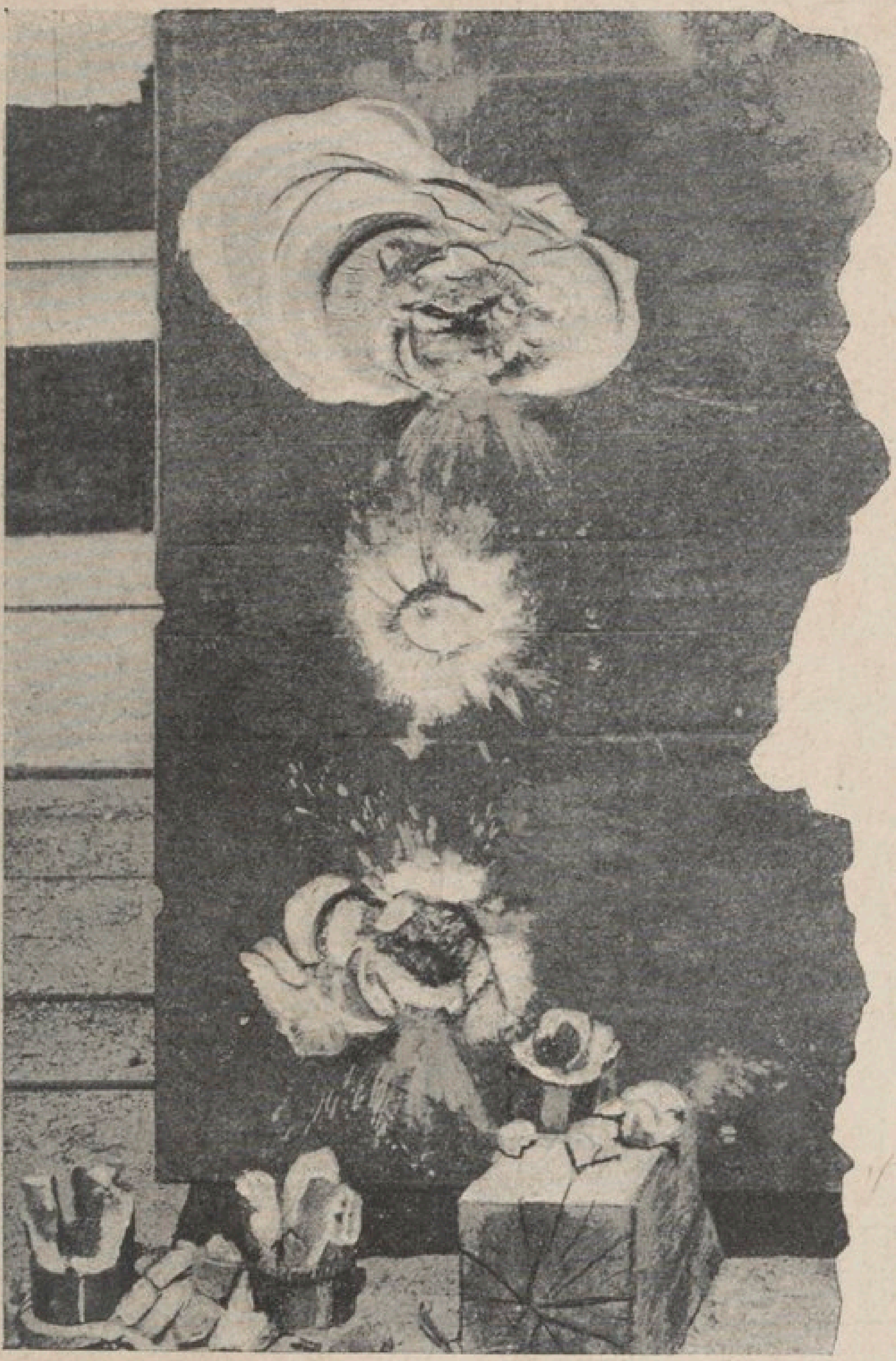
plaque d'acier contenant 35 % de carbone, on lui fait absorber un supplément d'environ 10 % de carbone dans sa partie superficielle et la teneur va graduellement en décroissant vers l'intérieur, jusqu'à la profondeur de 75 millimètres au delà de laquelle on ne trouve plus trace de carbone absorbé.

Au bout des cinq jours de chauffe, on laisse tomber le feu, on soulève la voûte du four au moyen d'un pont tournant de grande puissance, et on dégage la plaque pour la laisser refroidir graduellement à l'air.

Il est important de ne pas enlever subitement le charbon de cémentation qui recouvre la plaque ; on attend pour procéder à cette opération que le métal soit revenu au rouge telle qu'elle devient inattaquable à l'outil le plus puissant, de sorte qu'il est impossible d'en modifier la forme ou de la travailler après trempe, sans lui faire subir un recuit suivi plus tard d'une nouvelle trempe.

On a imaginé pour le trempage des plaques des dispositifs spéciaux différents de ceux qui servent dans le cas de la fabrication des canons. Les fosses de trempe dans lesquelles on immerge les tubes des grosses pièces sont ici inutiles, puisque les plaques n'ont guère au maximum que 4 mètres de hauteur. Le dispositif adopté par les aciéries de Saint-Chamond consiste à dresser la plaque chauffée au rouge devant un système de tuyauterie qui permet d'asperger d'eau simultanément

toute la surface à traiter. On évite ainsi les différences de dureté et les efforts internes qui peuvent faire *taper* la plaque pendant l'opération, c'est-à-dire la faire se fendre en fragments plus ou moins nombreux. La fabrication des blindages par cémentation et trempe oblige les constructeurs à leur donner d'avance les profils antérieur et postérieur qu'ils doivent présenter pour s'adapter convenablement aux formes du navire. Cette opération, qui s'appelle le *gabariage*, c'est-à-dire mise au gabarit, s'accomplit en soumettant le blindage à l'action d'une presse très puissante qui le force à épouser le profil d'une matrice métallique préparée à l'avance. Les presses à gabarier, qui sont d'énormes outils pesant de 600 à 1.000 tonnes, sont desservies par des ponts roulants de 60 à 150 tonnes permettant une manutention suffisamment facile et rapide des éléments de cuirasse.



ASPECT D'UNE PLAQUE D'ACIER SCHNEIDER APRÈS ESSAI

Les obus de 55 kilogrammes, qui ont tous porté sur la partie gauche du blindage, n'ont produit que des exfoliations, sans réussir à percer le métal.

Le procédé Harvey continue à être employé concurremment avec celui de Krupp, imaginé dans le but de prévenir la formation des fentes dans le métal.

La méthode consiste à faire subir à celui-ci une cémentation gazeuse suivie d'une série de deux trempes et de deux recuits successifs, effectués à des températures rigoureusement déterminées, mais variables suivant la nature de l'acier employé. D'ailleurs, la plupart des fabricants de blindages sont parvenus à améliorer les procédés de cémentation, de manière à éliminer presque totalement le risque des fentes, en prenant certaines précautions et en employant des procédés analogues à ceux qui ont été brevetés par la maison Krupp. Certaines usines, notamment Saint-Chamond, ont même cru pouvoir supprimer toute cémentation.

Étant donné le formidable outillage métallurgique que nécessite la préparation des cuirasses, on conçoit que le nombre des établissements susceptibles d'entreprendre cette fabrication soit forcément limité. On a pu, depuis le début de la guerre, installer de puissantes usines pour la production des obus de tous calibres, mais on n'a guère pu augmenter le nombre des usines à blindages. D'ailleurs, même si la chose eût été possible au point de vue métallurgique, on se serait heurté à une autre difficulté, car les blindages doivent subir une série de travaux très compliqués consistant à les raboter, à percer les trous de fixation, à meuler les surfaces restées souvent par trop rugueuses, à scier de longueur les plaques qui n'ont pas les dimensions voulues, etc.

Ce travail, qui s'appelle le *finissage*, exige l'emploi d'outils de puissance et de dimensions tout à fait exceptionnelles dont la construction et la mise en place demandent des années. Un atelier de ce genre doit mesurer au minimum 50 mètres de large sur 200 mètres de long et être desservi par une batterie de ponts roulants de 50 à 150 tonnes ;

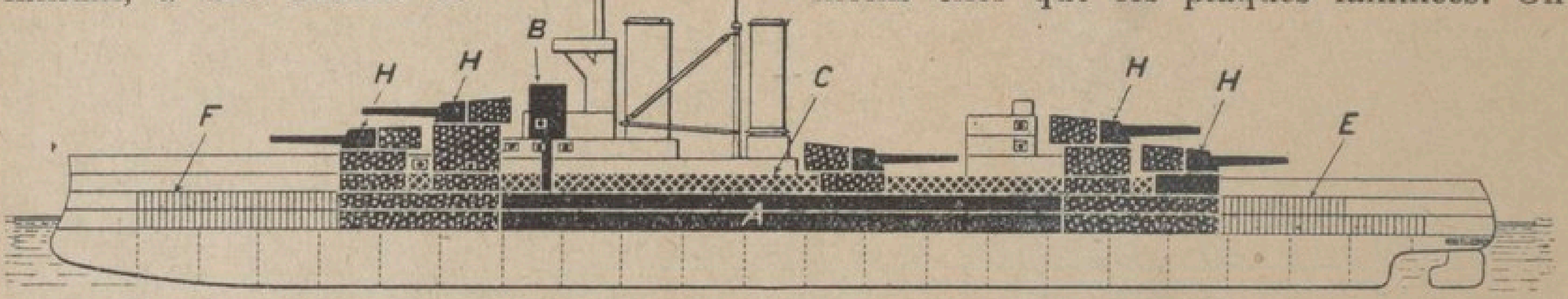
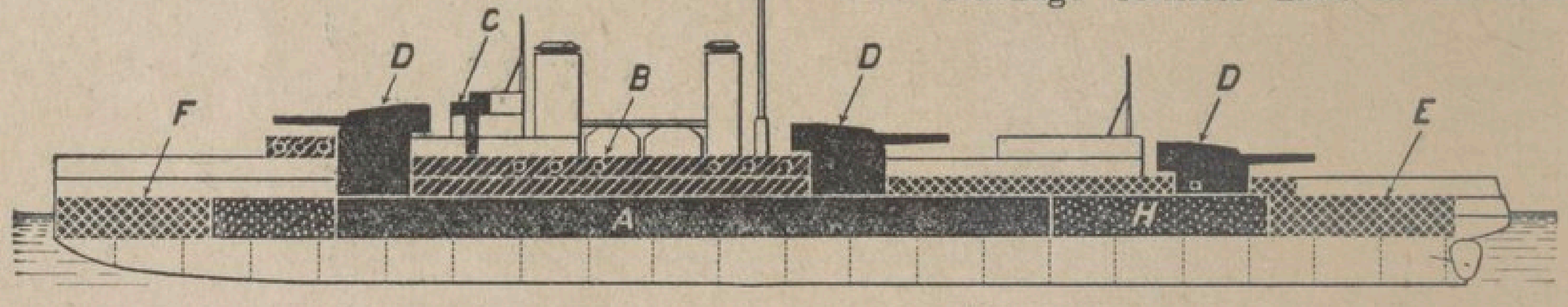


SCHÉMA DU CUIRASSEMENT D'UN DREADNOUGHT ANGLAIS

Des plaques d'acier de 305 millimètres d'épaisseur protègent les flancs A, *les quatre tourelles principales* H *et le blockaus du commandant* B. *Des blindages plus minces constituent la ceinture supérieure des flancs* C, *et les tubes des monte-charges à munitions. Pour les extrémités de la ceinture* F E *des plaques de 150 millimètres sont jugées comme suffisantes.*



MODE DE RÉPARTITION DES BLINDAGES SUR UN CUIRASSÉ FRANÇAIS

La ceinture principale A H, *les trois tourelles quadruples* D *et le blockhaus du commandant* C *sont défendus par des plaques d'acier de 330 à 445 millimètres d'épaisseur. Des rangées de plaques de 254 millimètres constituent la ceinture supérieure* B. *Les extrémités* E F *sont revêtues de blindages n'excédant pas 180 milimètres.*

il renferme des raboteuses à outils multiples, des perceuses, des machines à meuler, des scies à froid, des machines à fraiser, construites spécialement en vue du finissage des blindages. Chaque grande aciérie fait étudier par des maisons spéciales des machines-outils adaptées à son genre de fabrication. On peut estimer, au minimum, à une dizaine de millions le prix de l'installation d'un atelier de finissage des plaques. Certaines raboteuses ont des chariots gigantesques dont la longueur atteint 20 mètres et les montants qui supportent leurs traverses porte-outils ont 4 à 5 mètres de hauteur.

Ces difficultés de fabrication et d'installation, jointes à celles qui résultent des perturbations du marché des matières premières et du recrutement de la main-d'œuvre, expliquent pourquoi les puissances belligérantes éprouvent tant de peine à augmenter pendant la guerre le nombre de leurs cuirassés en service. La lenteur des procédés métallurgiques employés pour la fabrication des plaques est une des principales causes de la durée de construction des bâtiments de combat, mais cette lenteur est un des éléments qui influent le plus sur la qualité des cuirasses ; dès que l'on cherche à précipiter les opérations de cémentation et de trempe, on éprouve des mécomptes, et le nombre des plaques refusées aux essais augmente rapidement. La plupart des usines ne peuvent guère fournir plus de 10.000 à 12.000 tonnes de blindages finis par an.

Certains constructeurs tels que M. Hadfield, en Angleterre, fournissent des blindages d'acier moulé qui donnent de bons résultats aux essais tout en coûtant notablement moins cher que les plaques laminées. On emploie surtout ce genre d'acier pour le cuirassement des tourelles et, en général, pour les plaques autres que celles de la ceinture. En effet, l'acier coulé est tellement dur, tellement résistant, que l'on ne peut guère percer de trous dans ces cuirasses.

Malgré toutes les précautions prises et tous les procédés de contrôle utilisés pendant la fabrication pour surveiller la qualité du métal en cours de transformation, le seul véritable critérium de la valeur d'un blindage consiste dans la manière dont il se comporte sur le champ de tir.

Pour essayer les plaques au polygone, on les fixe sur des matelas de bois ou sur des sommiers métalliques appuyés eux-mêmes sur des massifs de terre et de maçonnerie qui jouent vis-à-vis d'elles le rôle de la paroi d'un navire. Les gros blindages doivent, en général, supporter, sans se laisser traverser et surtout sans se briser ni se fendre, un certain nombre de coups tirés avec des pièces

d'au moins 16 cm, à la distance voulue pour utiliser une vitesse de l'obus déterminée à l'avance et aussi élevée que possible.

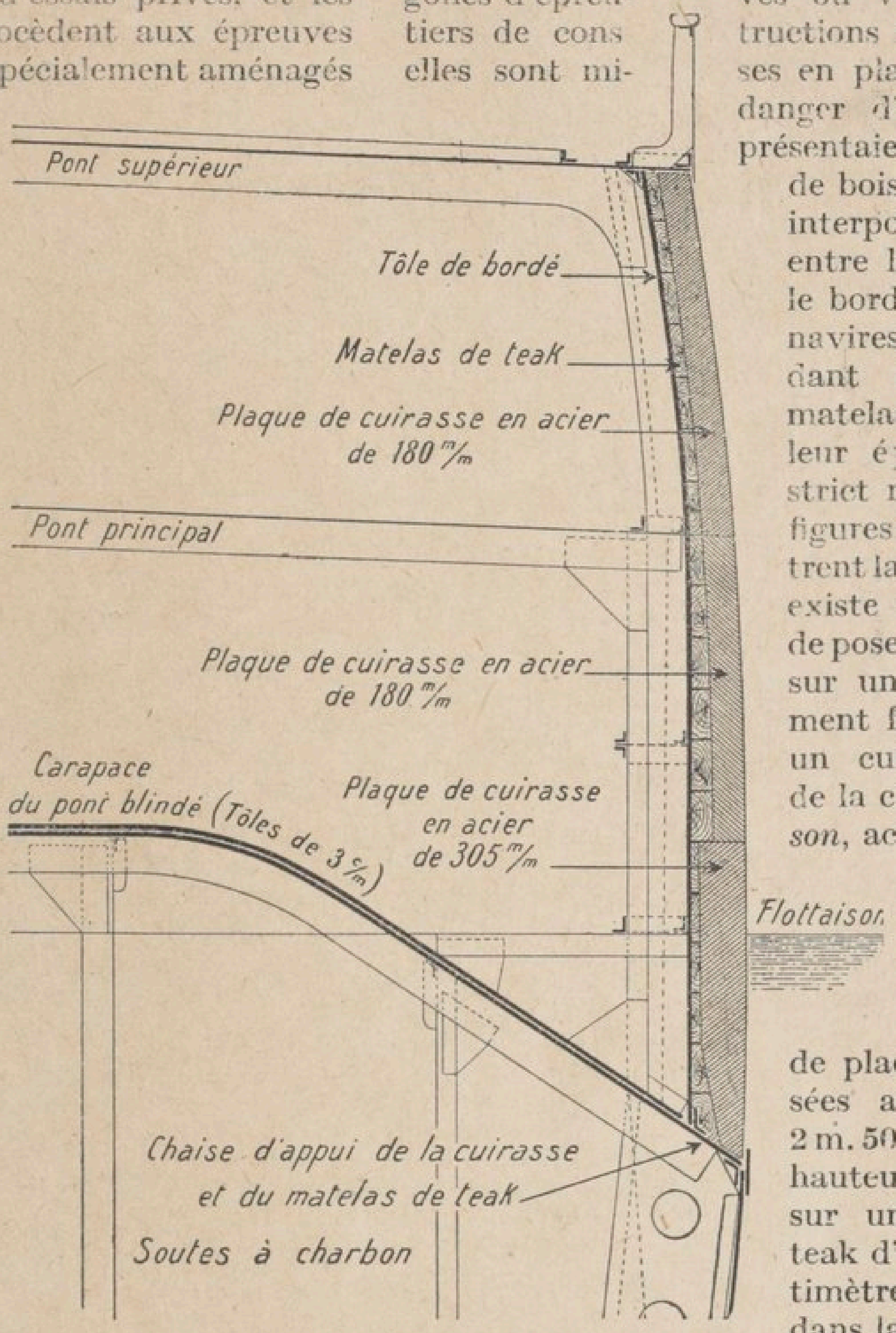
Les fournisseurs de blindages possèdent tous leurs polygones d'essais privés, et les diverses amirautés procèdent aux épreuves sur des champs de tir spécialement aménagés par elles. Les séances d'essais de la marine française ont généralement lieu sur le polygone de Gavres (Loire-Inférieure).

Il faudrait un volume entier rien que pour donner brièvement l'historique des diverses expériences officielles qui ont eu lieu depuis une trentaine d'années pour juger la qualité des métaux que l'on a successivement employés pour la fabrication des plaques de blindage. Parmi les essais effectués devant des commissions spéciales et dont les résultats sont restés classiques, on peut citer les suivants : essais de la Spezzia (Italie), en 1884; tirs d'Ochta (Russie), de 1882 à 1884 et en 1895 ; essais d'Annapolis (Etats-Unis), effectués en 1890, etc.

D'autre part, les grandes aciéries françaises telles que le Creusot, Saint-Chamond, Marrel frères et Châtillon-Commentry, ont procédé à des séries d'essais ininterrompues sur leurs polygones particuliers.

Il est impossible de donner, même en abrégé, les résultats de ces diverses épreuves qui constituent les phases de la lutte du canon et de l'obus contre la cuirasse. Dans beaucoup de cas, les plaques ont été victorieuses, surtout depuis l'adoption des aciers spéciaux au nickel ; dans d'autres, des obus de 34 centimètres en acier chromé ont traversé des plaques en fer et acier de 40 centimètres d'épaisseur, à la vitesse de 480 mètres, sans éprouver de déformations sensibles et en ne présentant que des fentes très légères.

Les plaques finies sont expédiées, sur wagons ou dans des péniches, vers les polygones d'épreuves ou vers les chantiers de constructions maritimes où elles sont mises en place. Malgré le danger d'incendie que présentaient les matelas de bois de teak qu'on interposait autrefois entre les plaques et le bordé de tôle des navires, on a cependant conservé ces matelas en réduisant leur épaisseur au strict minimum. Les figures page 420 montrent la différence qui existe entre le mode de pose de la cuirasse sur un ancien bâtiment français et sur un cuirassé anglais de la classe *Lord Nelson*, achevé en 1908. Sur ce dernier bâtiment, on voit qu'il existe trois rangées de plaques superposées ayant environ 2 m. 50 à 3 mètres de hauteur et appuyées sur un matelas de teak d'environ 7 centimètres d'épaisseur dans la partie haute. Les plaques de la ceinture inférieure sont immergées dans la mer et leur can, ou arête supérieure, ne se trouve guère qu'à 60 centimètres de la ligne de flottaison.

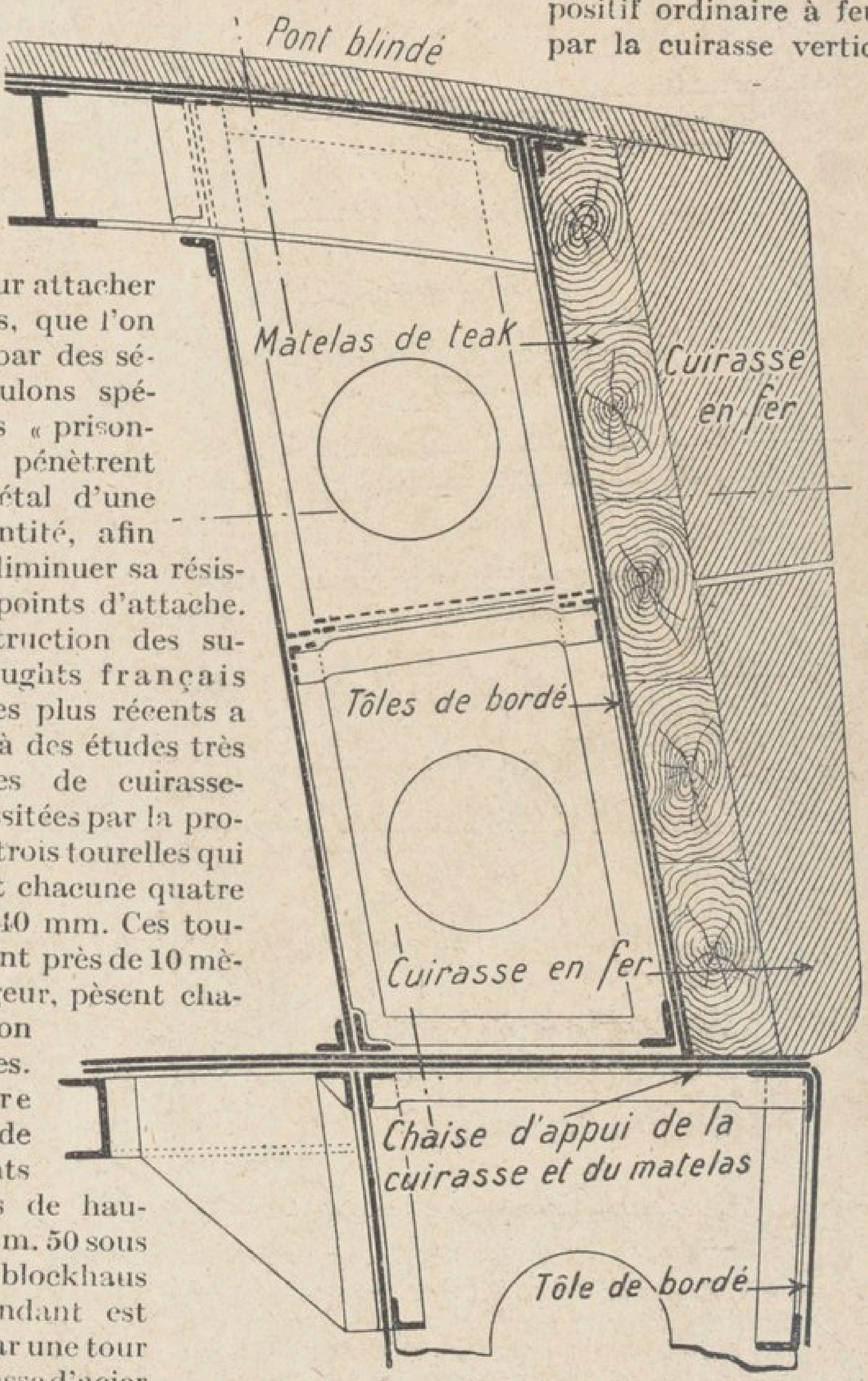


COUPE TRANSVERSALE D'UNE CUIRASSE D'ACIER

On voit la superposition sur la ceinture principale de deux rangées de plaques moins épaisses. Un pont blindé intérieur formé de deux tôles de 3 centimètres protège les machines et autres parties vitales tout en fournissant les éléments de la chaise d'appui du cuirassement extérieur appliqué sur un matelas de teak relativement mince.

L'emploi des projectiles de très gros calibres, remplis d'explosifs puissants et tirés à des distances considérables dépassant 15 kilomètres, a démontré la nécessité de la protection des ponts par des blindages épais. Malheureusement, la présence d'un pont cuirassé à une certaine hauteur au-dessus de la flottaison diminue considérablement la stabilité d'un navire et cette question est l'une de celles qui préoccupent le plus les constructeurs. Jusqu'à présent, on se con-

tente, comme le montre notre coupe du *Lord Nelson*, de disposer un pont blindé intérieur au-dessus des soutes et des machines. On emploie à cet effet plusieurs épaisseurs de tôle chromée. Les matelas sont fixés sur le bordé au moyen de boulons d'acier. On a recours au même procédé pour attacher les plaques, que l'on maintient par des séries de boulons spéciaux, dits « prisonniers », qui pénètrent dans le métal d'une faible quantité, afin de ne pas diminuer sa résistance aux points d'attache.



CUIRASSEMENT D'UN ANCIEN VAISSEAU

La cuirasse de fer formée de deux rangs de plaques superposées, à section trapézoïdale, s'appuie sur un épais matelas de teak supporté par le bordé extérieur. Le pont blindé vient s'encastrer dans les plaques de cuirasse supérieures.

La construction des superdreadnoughts français des types les plus récents a donné lieu à des études très intéressantes de cuirassement, nécessitées par la protection des trois tourelles qui contiennent chacune quatre pièces de 340 mm. Ces tourelles, qui ont près de 10 mètres de largeur, pèsent chacune environ 1.500 tonnes. La ceinture principale de ces bâtiments a 2 mètres de hauteur, dont 1 m. 50 sous l'eau. Le blockhaus du commandant est constitué par une tour dont la cuirasse d'acier au chromo-nickel n'a pas moins de 35 centimètres d'épaisseur.

Les ponts blindés ont, en général, une épaisseur de 75 mm et viennent aboutir à la partie supérieure d'une des plaques de cuirasse dont le can supérieur comporte à cet effet une feuillure intérieure. Les plaques de pont placées en abord pénètrent dans ce logement et sont tenues à la cuirasse de ceinture par des « prisonniers » enfoncés verticalement.

On a essayé de faire simplement recouvrir le can supérieur de la ceinture par le pont blindé. Ce dispositif exige moins de travail que le précédent, mais un projectile tiré normalement peut relever la plaque du pont en l'arrachant. Par contre, avec le dispositif ordinaire à feuillure, les chocs subis par la cuirasse verticale vers le can supérieur se transmettent intégralement aux plaques de pont et à leurs boulons ou vis d'attache, qui peuvent être ainsi cisaillés.

On donne aux ponts blindés soit la disposition horizontale, soit la forme d'une carapace dont les plaques d'abord sont plus épaisses que celles de la partie centrale. Les pièces de fort calibre peuvent tirer de gros obus, suivant une trajectoire à flèche très élevée et menacer directement les ponts blindés, dont l'importance est de plus en plus démontrée.

Les engagements sérieux entre gros navires, auxquels a donné lieu la guerre actuelle, ont tous démontré que dans une bataille navale les superdreadnoughts, armés de grosses pièces à longue portée et fortement cuirassés, prennent l'avantage dès qu'ils paraissent.

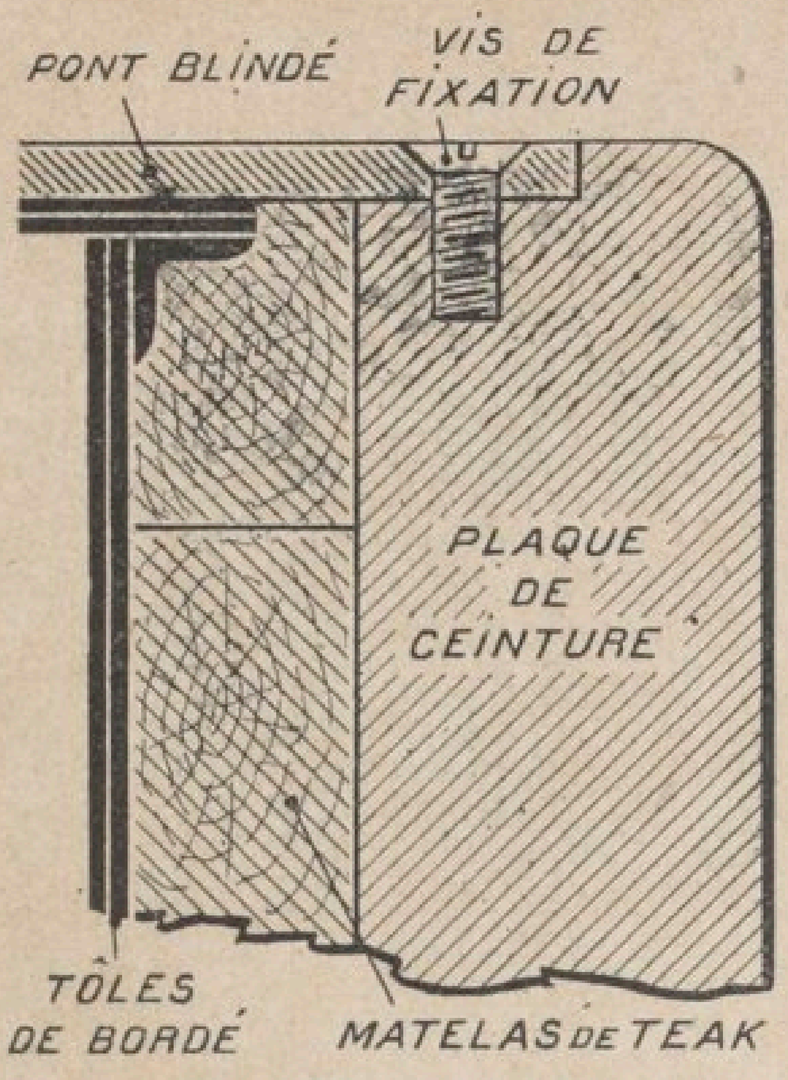
Lors de la bataille du Jutland, c'est l'espoir d'être soutenu à bref délai par la « grande flotte » qui a permis à l'amiral Beatty d'engager et de soutenir, contre un ennemi très supérieur en nombre, un combat qui s'est terminé à l'avantage de la Grande-Bretagne, car les gros navires de l'amiral Jellicoe avaient sur les cuirassés allemands engagés dans cette lutte navale la double supériorité de l'artillerie et de la protection.

Si l'emploi des dirigeables de fort tonnage, des aéroplanes et des hydravions se déve-

loppe de plus en plus, on peut craindre de voir les ponts percés par des projectiles de fort calibre chargés d'explosifs puissants. Cependant, à tout bien examiner, il y a en réalité peu de chance pour un ennemi aérien, obligé de se dépla er lui-même à toute vitesse, d'atteindre avec certitude, d'une grande hauteur, un but également mobile. Ceci explique pourquoi les zeppelins et les aéroplanes font si peu de tort aux navires en mer qui offrent une cible mouvante peu visible du haut d'une nacelle.

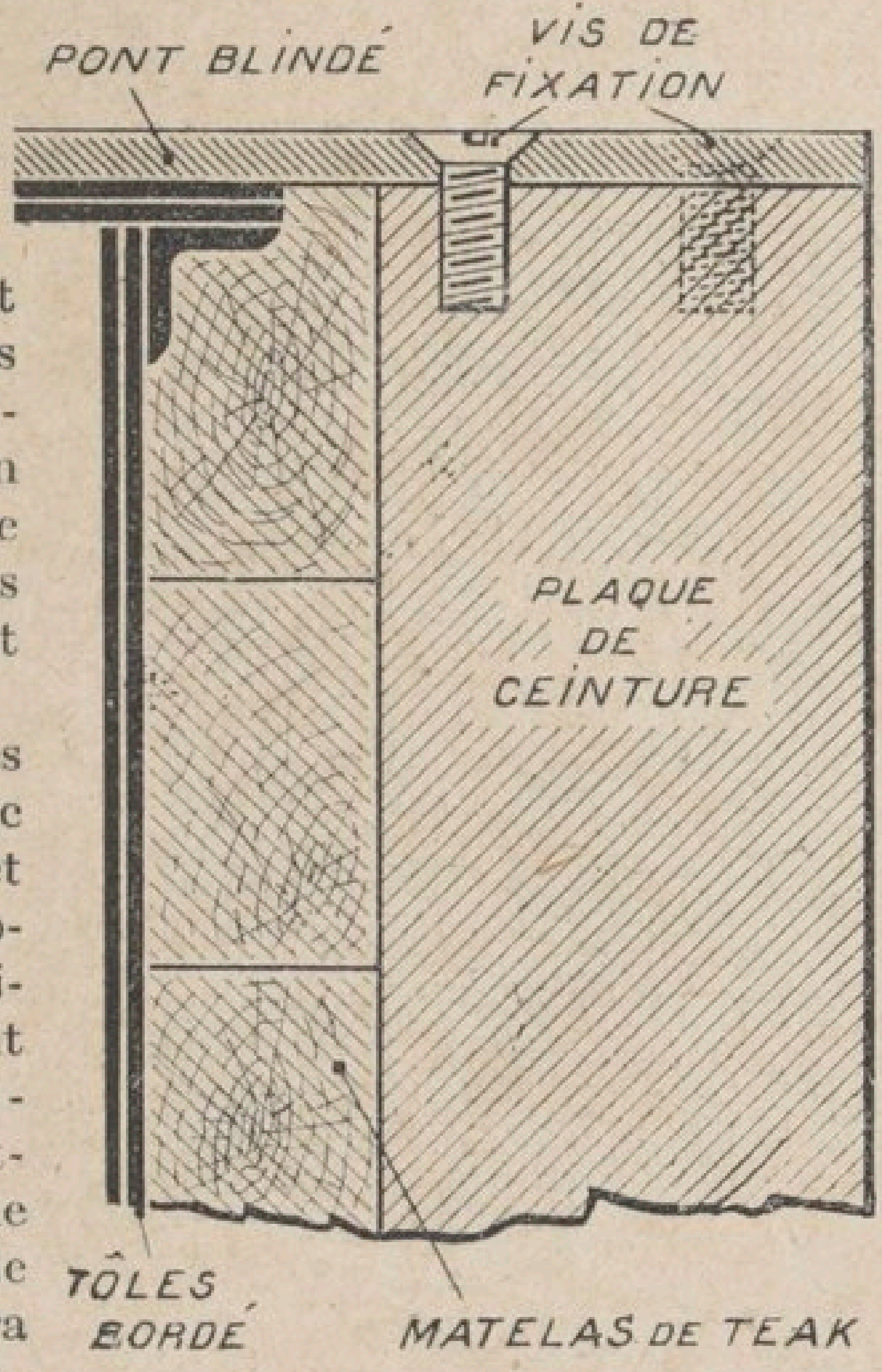
Cette considération, conforme aux résultats de la pratique, retire beaucoup de leur efficacité aux terribles menaces du comte Zeppelin dont les croisières ont coûté fort cher et ont finalement tué plus d'Allemands que d'ennemis. Quand on aura pu modifier les plans des coques pour augmenter notablement leur coefficient de flottabilité même après un torpillage ou une collision avec une mine, on aura aussi réduit à peu de chose l'effet des foudres de l'amiral von Tirpitz et de ses complices.

Avec les canons modernes de 38 cm et surtout avec ceux dont on parle déjà et qui auront un calibre approchant 50 cm, les cuirasses actuelles deviendront de plus en plus insuffisantes. On reverra peut-être alors les plaques de 60 cm d'autrefois et le cuirassement, qui pèsera environ 15.000 tonnes, coûtera à lui seul près de 30 millions. Le navire capable de porter cette armure et huit canons de 500 mm déplacera 60.000 tonnes Pour marcher à la vitesse de 25 nœuds, il lui faudra des machines dont on n'ose à peine prévoir la puissance On disposera pour l'armement et la défense de ce minotaure d'environ 21.000 tonnes de canons et de cuirassement, ce qui permettra de protéger les fonds par des plaques d'un acier très résistant. On complétera ainsi efficacement les mesures prises contre les mines et les torpilles, mesures qui consistent surtout dans l'adoption d'une double coque régnant de bout en bout et d'un compartimentage intérieur très complet. Etant donné le tonnage actuel des grands paquebots, il n'y a rien d'extraordinaire à prévoir dans un avenir prochain le superdreadnought de 60.000 tonnes, puisque les transatlantiques d'un tonnage supérieur à 45.000 tonnes sont déjà relativement nombreux.



MODE DE POSE DU PONT BLINDÉ

Les plaques d'acier au nickel chromé encastrées dans un l gement évidé pratiqué sur le can supérieur de la plaque de ceinture sont fixées par une rangée de vis. Les obus ne peuvent donc pas relever le bord du pont blindé qui est protégé par la cuirasse.



MODE DE FIXATION DÉFECTUEUX D'UN PONT BLINDÉ

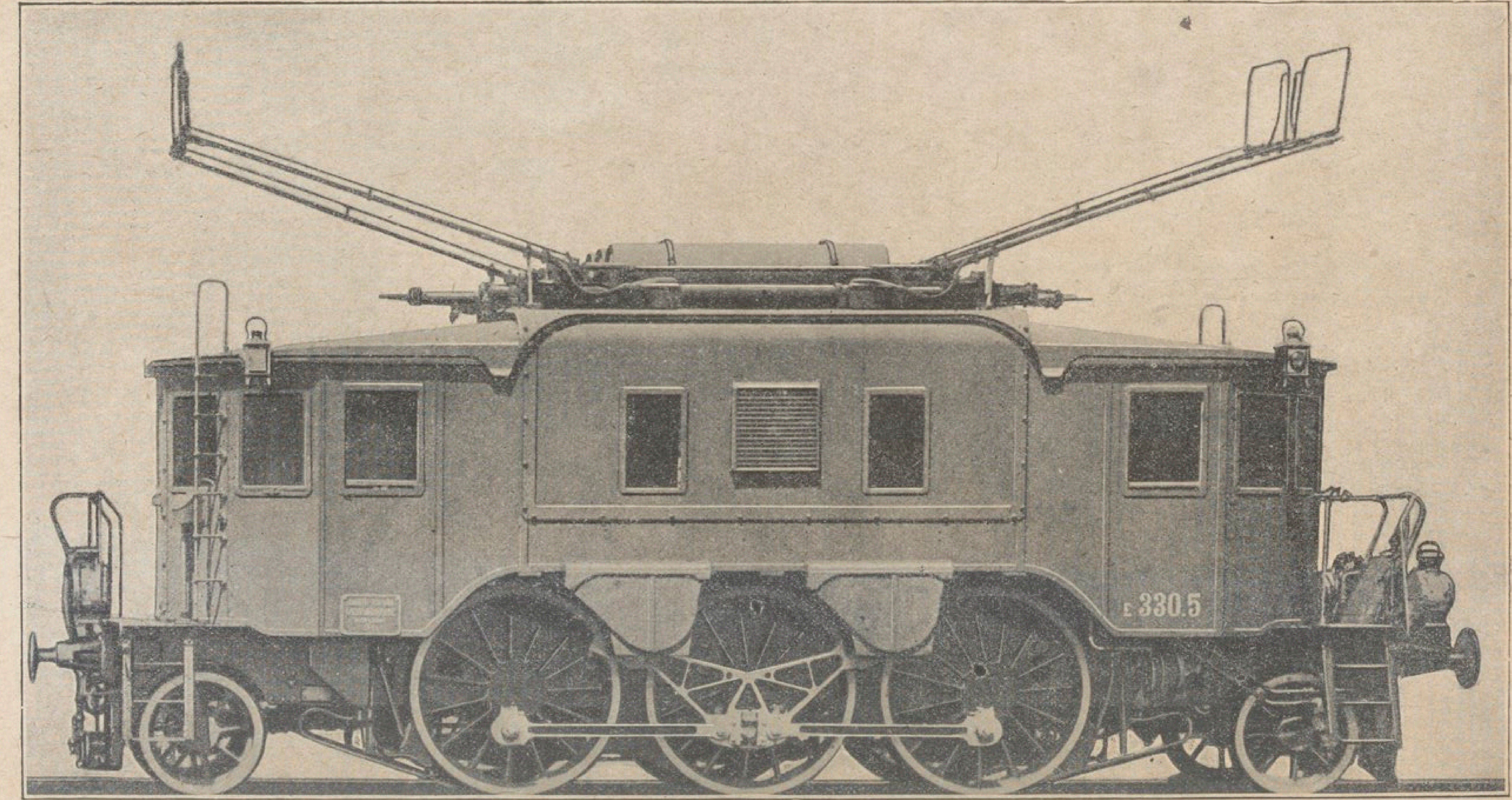
Dans ce dispositif, le pont blindé vient affleurer la surface extérieure des plaques de ceinture et n'est retenu que par des vis sur le can supérieur de la cuirasse. Les projectiles peuvent donc relever le pont s'ils viennent frapper le haut de la ceinture blindée.

Bien plus effrayant encore pour nos budgets futurs est le prix de revient probable d'un pareil monstre, qui ne sera sans doute pas très éloigné de 150 millions. Et cela ne sera pas trop cher si nous pouvons acquérir à ce prix l'assurance de la sécurité de notre commerce maritime.

Les navires de la marine commerciale ne peuvent naviguer dans toutes les mers que s'ils se sentent appuyés et protégés par une puissante flotte de guerre. De même nos ports ne resteront ouverts à l'accès des navires qui nous ravitaillent en temps de guerre que si l'ennemi est retenu sur ses propres côtes par la crainte d'un engagement défavorable avec des cuirassés de combat plus forts que les siens. Cela ne veut pas dire que l'on doive supprimer les unités moins fortes dont l'utilité est de plus en plus démontrée.

JUSTIN DELAVILLE.

LOCOMOTIVE TRIPHASEE A GRANDE VITESSE DEVELOPPANT 2.600 CHEVAUX



Ces puissantes machines Westinghouse à trois essieux accouplés, avec bissel porteur à l'avant et à l'arrière, pèsent 74 tonnes en ordre de marche et remorquent les trains rapides à la vitesse moyenne de 100 kilomètres à l'heure, sur les lignes des chemins de fer de l'Etat italien. On voit ici un exemple de la commande par deux gros moteurs surélevés avec transmission par bielle centrale triangulaire unique.

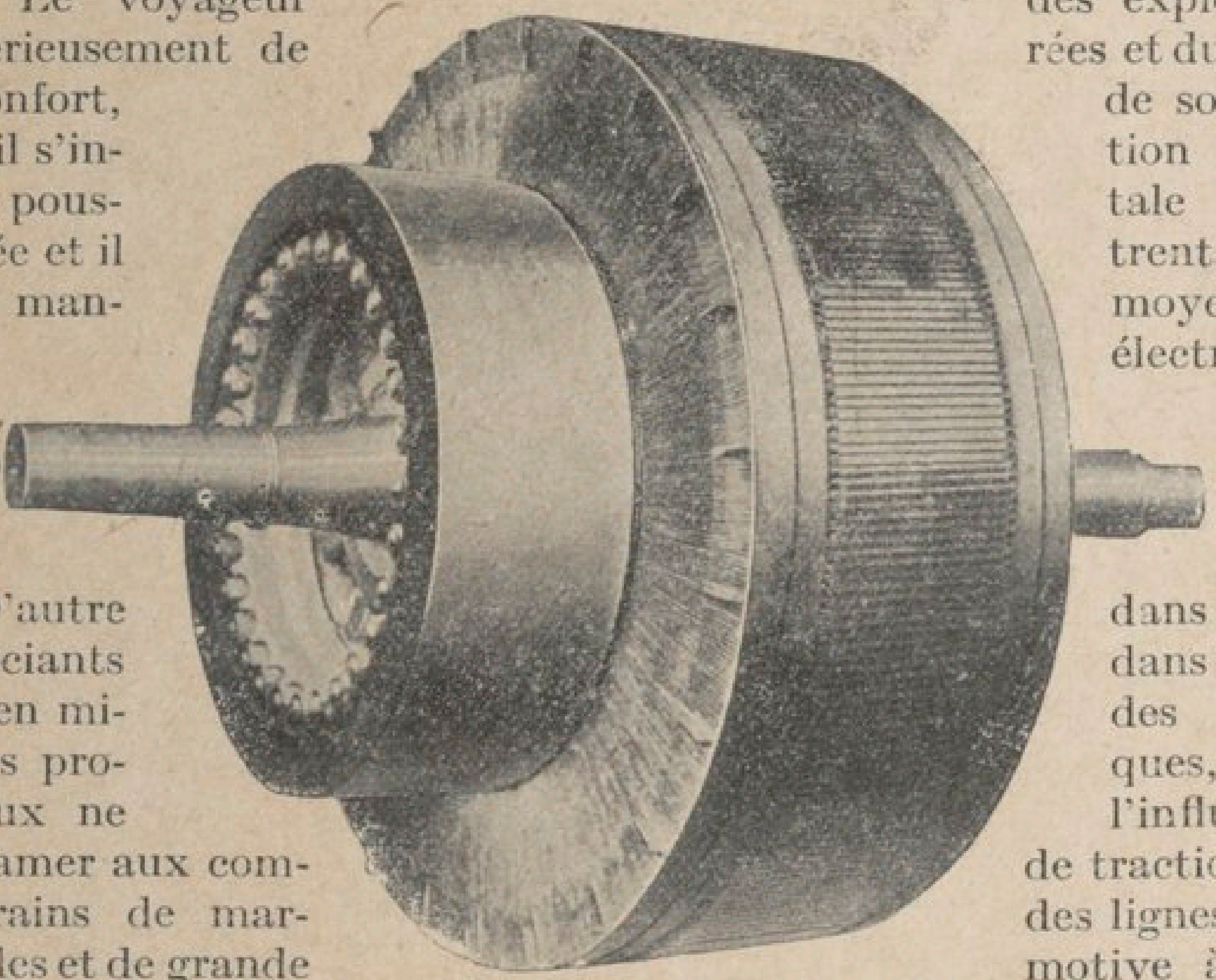
LE DUEL ENTRE L'ÉLECTRICITÉ ET LA VAPEUR SUR LES VOIES FERRÉES

Par Luigi FERTUCCI

INGÉNIEUR HONORAIRE DES CHEMINS DE FER SUISSES

APRÈS un siècle d'existence, la locomotive à vapeur est certes parvenue à un état de progrès indéniable, mais les problèmes de traction qu'ont à résoudre actuellement les ingénieurs de chemins de fer deviennent de plus en plus insolubles avec l'emploi des anciennes méthodes.

Les trains sont chaque jour plus lourds et plus rapides. Le voyageur demande impérieusement de la vitesse, du confort, de la propreté, il s'insurge contre la poussière et la fumée et il veut pouvoir manger, dormir, lire en route aussi commodément que dans son appartement. D'autre part, les négociants en charbons, en minerais et autres produits pondéreux ne cessent de réclamer aux compagnies des trains de marchandises rapides et de grande capacité permettant d'abaisser le prix de revient de la tonne kilométrique, même sur des lignes à profil difficile, franchissant les cols et les longues rampes qui donnent accès aux mines de combustibles, souvent situées dans des districts montagneux.



ROTOR D'UN MOTEUR DE 1250 CHEVAUX

On a construit, pour remplir ces différents buts, de monstrueuses locomotives à vapeur ayant jusqu'à six cylindres et pesant à elles seules 250 tonnes sans leur tender. Souvent aussi, sur les longues rampes des Alleghanys, les Américains sont obligés d'atteler en tête des trains trois ou quatre puissantes locomotives qu'aide encore, le plus fréquemment, une forte machine auxiliaire chargée de pousser les wagons par l'arrière.

Ce sont là des solutions qui coûtent cher, d'autant plus que le rendement thermique de la locomotive ne représente guère que 7 à 8 % du nombre des calories contenues dans la quantité de houille brûlée dans le foyer.

Il a donc fallu chercher un nouvel engin de traction à la fois plus puissant et plus économique, répondant à tous les désirs des exploitants de voies ferrées et du public. Or, le moyen de solutionner cette question d'importance capitale existe depuis une trentaine d'années. Ce moyen, c'est la traction électrique dont les progrès ne cessent de marcher à pas de géant. On ne construit plus actuellement, dans les villes, ni même dans les campagnes, que des tramways électriques, tellement est grande l'influence de ce mode de traction sur le rendement des lignes. Déjà aussi la locomotive à vapeur a cédé la place au tracteur électrique sur de nombreuses sections des voies ferrées d'intérêt général — surtout à l'étranger — où les inconvénients résultant de l'emploi de la vapeur devenaient trop gênants, à cause de son manque de souplesse et de puissance.

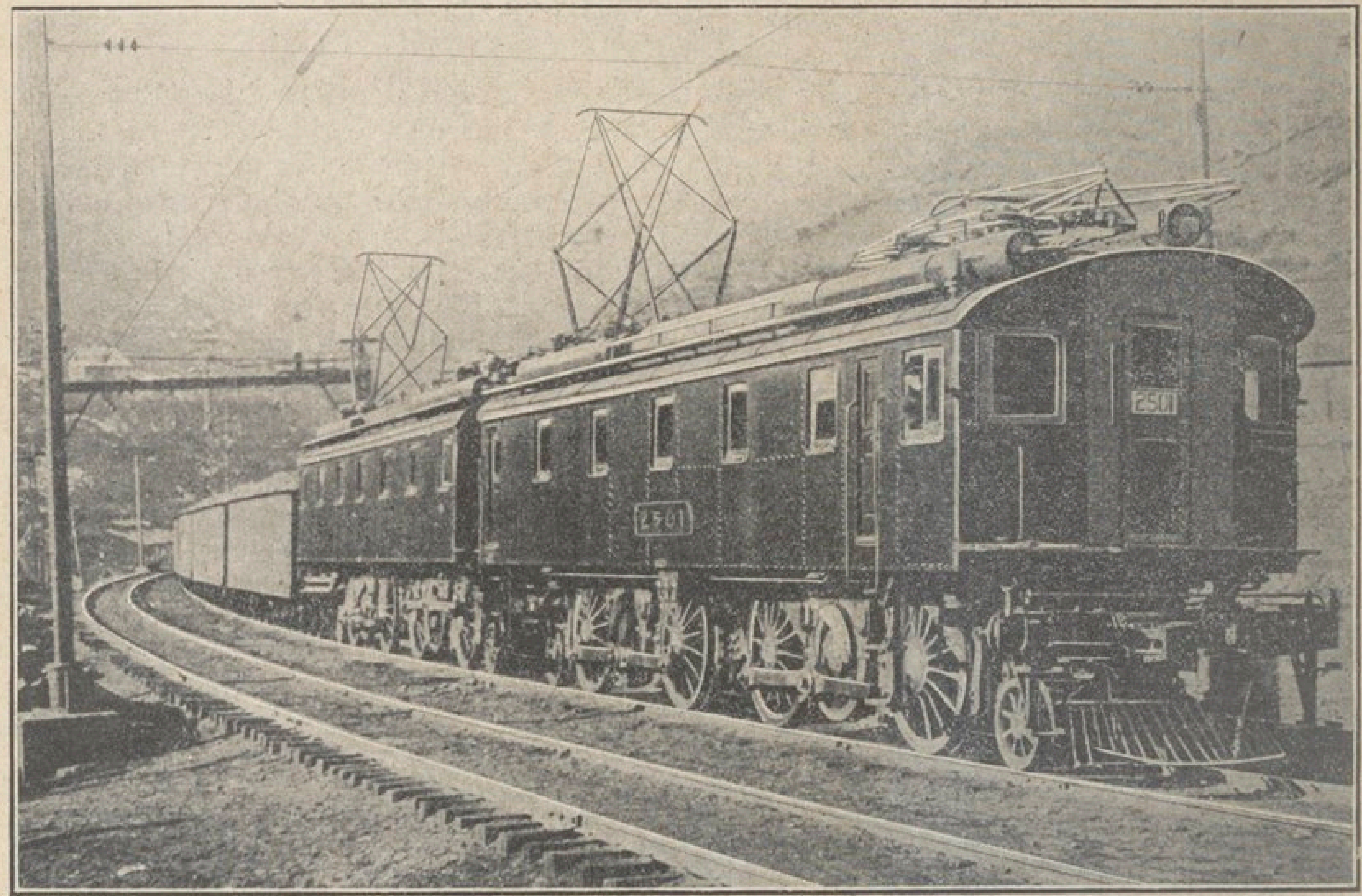
Aux Etats-Unis, on arme électriquement les grandes lignes, soit pour leur faire franchir les tunnels et les interminables rampes des sections de voie établies dans les contrées montagneuses, soit quand le charbon coûte trop cher ou que la qualité des eaux d'alimentation est trop mauvaise.

L'élimination de la fumée constitue un immense avantage de la traction électrique, car elle correspond à la suppression d'une

perte de combustible importante. Les produits de la combustion de la houille salissent les villes ainsi que le matériel et pénètrent jusque dans les voitures des trains où ils sont une gêne pour les voyageurs. Enfin, l'exploitation des tunnels au moyen de la traction mécanique est un problème qui n'a jamais pu recevoir une solution satisfaisante avant l'adoption des locomotives électriques.

La traversée des longs souterrains parcourus par des locomotives à vapeur, tels que le Mont-Cenis, l'Arlberg et le Saint-Gothard, est très pénible pour le personnel comme pour les voyageurs. Il en est tout autrement pour le Simplon et le Lœtschberg, où les trains sont remorqués électriquement. En Italie, l'impossibilité de ventiler convenablement le tunnel de Giovi, sur la ligne de Gênes à Alexandrie, a obligé le gouvernement italien à électrifier cette importante voie ferrée, dont le débit a ainsi pu être en même temps augmenté dans de fortes proportions.

L'administration des Chemins de fer fédéraux suisses a adopté la même solution pour la ligne du Gothard qui a un profil très accidenté et dont la capacité de transport était devenue insuffisante, malgré l'emploi de locomotives à vapeur d'une puissance exceptionnelle. La température, déjà naturellement élevée, même dans les tunnels de faîtes, est encore augmentée par la circulation des trains ordinaires, grâce aux foyers des machines et à l'abondant dégagement de vapeur auquel ces dernières donnent lieu. Il n'est pas jusqu'aux bâtiments et aux ouvrages d'art métalliques des voies ferrées dont l'aspect, la solidité et la durée ne bénéficient de la suppression de la vapeur et de la fumée sur les lignes électrifiées. Et cela se conçoit aisément.

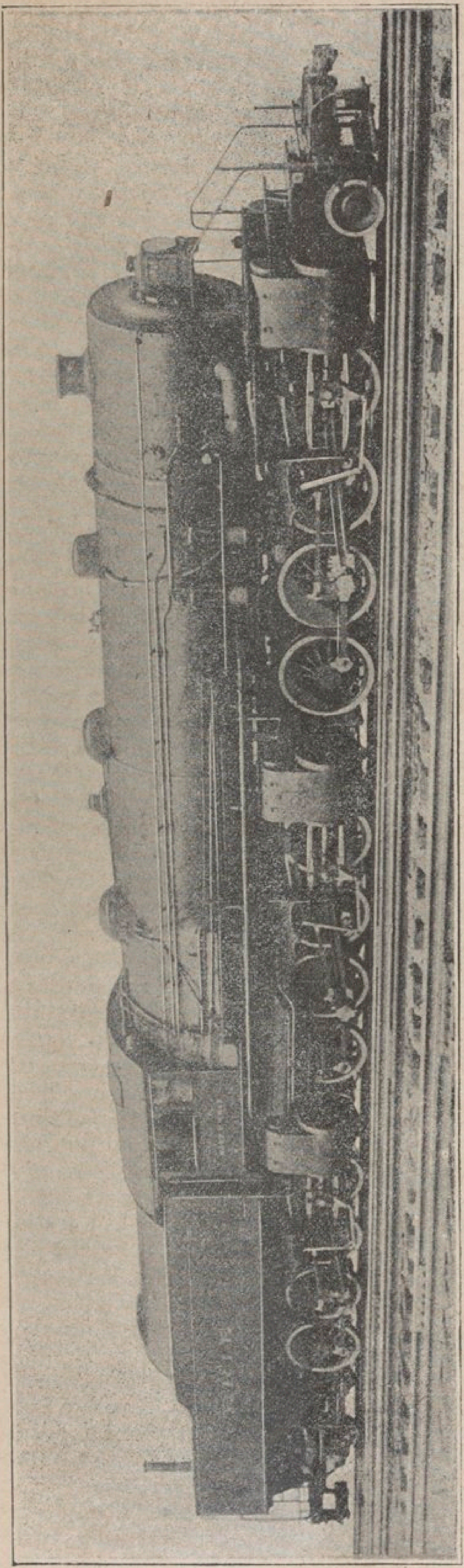


LOCOMOTIVE ÉLECTRIQUE DOUBLE A MARCHANDISES DU NORFOLK & WESTERN RAILROAD (E.-U.)

Cette machine développe en tout près de 4.000 chevaux; elle est représentée sur la photographie au moment où elle descend la rampe d'Elkhorn en retenant le train entier, sans le secours des freins, par le seul moyen de la récupération électrique, qui renvoie dans la ligne le courant produit par les moteurs fonctionnant ici comme dynamos génératrices.

Le locomoteur électrique constitue le seul engin de remorque à prévoir pour l'exploitation du tunnel sous la Manche, dont la longueur dépassera 60 kilomètres, car l'emploi de la vapeur rendrait la ventilation des deux souterrains projetés tout à fait impossible.

La présence des dépôts de locomotives à proximité du centre des villes est une gêne considérable pour les habitants. D'ailleurs, les machines en stationnement dans les gares



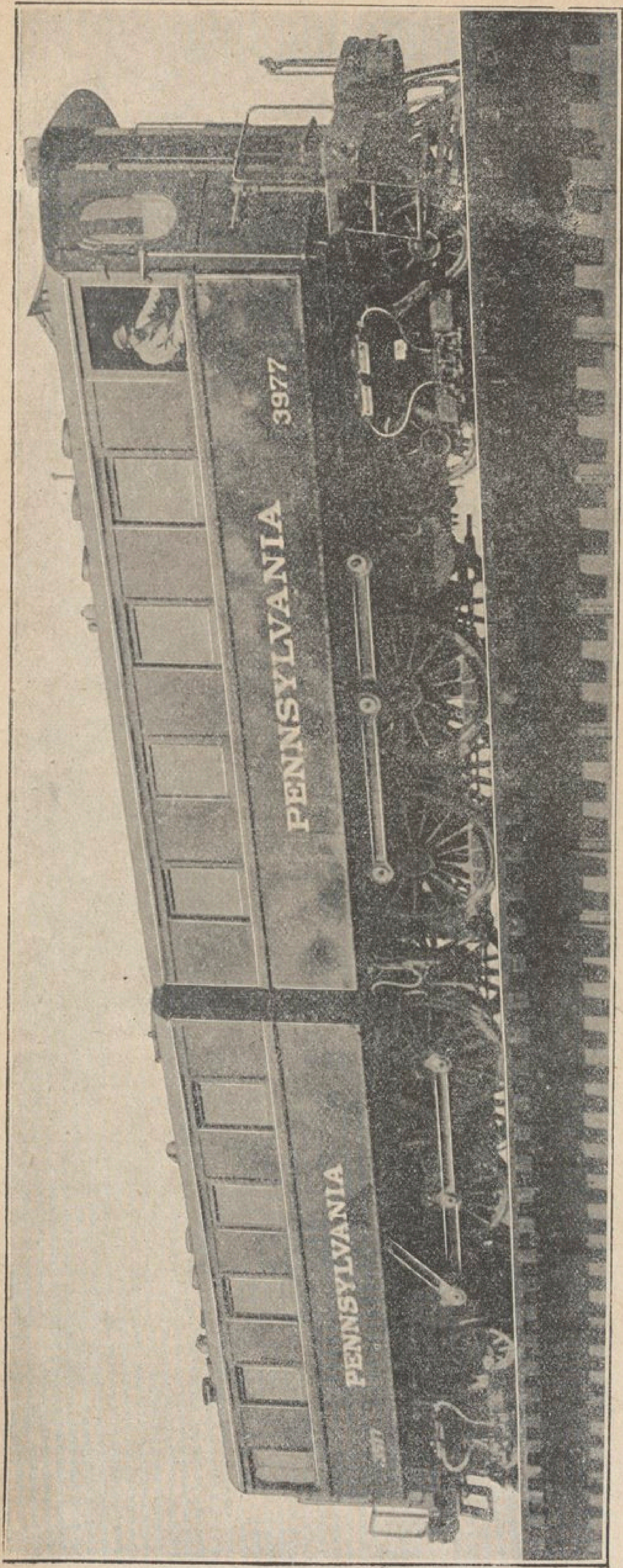
LOCOMOTIVE A VAPEUR A VINGT-QUATRE ROUES MOTRICES ET SIX CYLINDRES DE L'ERIE RAILROAD (ÉTATS-UNIS)

Ce mastodonte, dont le poids dépasse 250 tonnes, montre à quelles solutions les ingénieurs de chemins de fer sont obligés de recourir pour assurer, au moyen de la vapeur, la traction des trains de marchandises sur les rampes des Alleghanys et autres sections difficiles des voies ferrées américaines.

dégagent également une quantité de fumée considérable, inconvénient qui disparaît entièrement avec l'électrification. Le nouveau mode de traction s'imposera donc après la guerre aux plus récalcitrants de ses détracteurs actuels, quand il s'agira de réaliser les économies rendues nécessaires par la rareté et par le prix de plus en plus élevé des combustibles minéraux.

La locomotive, même munie d'appareils de surchauffe de la vapeur et de réchauffage de l'eau d'alimentation, est une machine dont le rendement mécanique ne restitue qu'une faible partie des calories dépensées dans le foyer. D'autre part, pour remorquer un train ayant une durée de trajet de trois heures, il faut préparer une machine longtemps à l'avance et dépenser inutilement de ce fait une certaine quantité de charbon, du bois d'allumage, etc. C'est donc gâcher du combustible que de l'employer ainsi.

Au contraire, dans les grandes centrales électriques alimentées à la houille, on peut brûler du charbon de qualité inférieure dans les foyers mécaniques de chaudières très puissantes fonctionnant à haute pression, avec un personnel très réduit. L'électricité est produite par des dynamos ou par des alternateurs débitant jusqu'à 75.000 kilowatts, actionnés par des turbines, dont le rendement thermique atteint 21 %, c'est-à-dire environ le triple de celui des locomotives à vapeur, bien que ces dernières ne puissent brûler que du combustible de choix. En effet, tous les essais que l'on a faits pour utiliser des menus ou des houilles maigres sur les lignes exploitées à la vapeur ont invariablement donné de mauvais résultats par suite du faible pouvoir calorifique du combustible. D'autre part, l'emploi des menus a pour résultat une projection abondante d'escarbilles enflammées qui, sortant par les cheminées, occasionnent de nombreux incendies donnant lieu à des indemnités très élevées aux riverains. Avec ces houilles bon marché, les chaudières produisent peu de vapeur et les trains restent en détresse sur les rampes, et, finalement, les compagnies ont à payer fréquemment des indemnités de retard aux voyageurs ou aux expéditeurs de marchandises. On estime



UNE DES LOCOMOTIVES ÉLECTRIQUES DE 4.000 CHEVAUX DU PENNSYLVANIA RAILROAD (ÉTATS-UNIS)

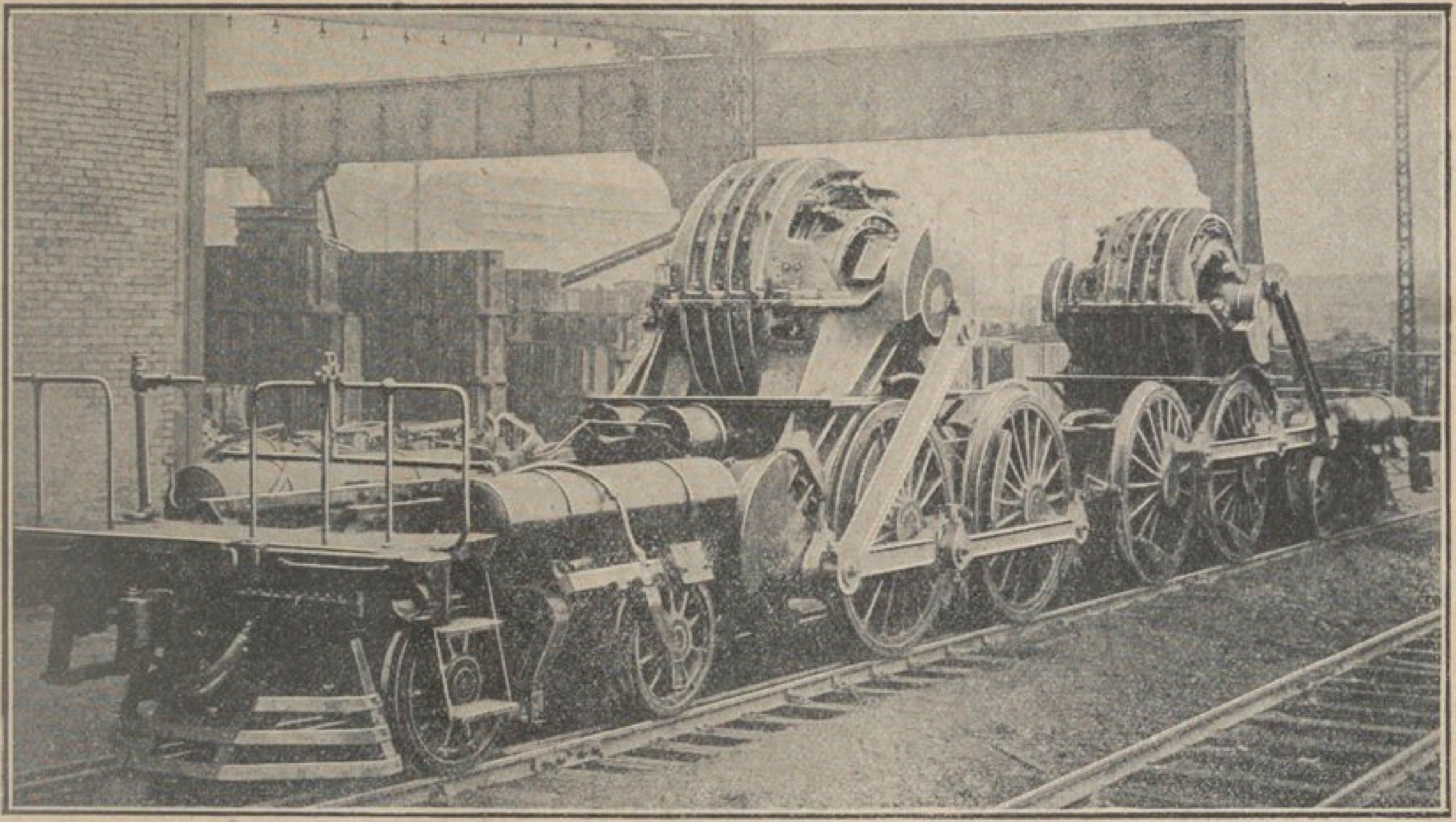
La machine double — la plus puissante actuellement en service — pesant 156 tonnes, permet de remorquer des trains de 850 tonnes sur des rampes de 20 millim. par mètre, à la vitesse de cent kilomètres à l'heure. Le parcours mensuel varie de 7.500 kilomètres à 8,500 kilomètres.

qu'une tonne de houille moyenne, brûlée dans une station centrale, peut faire parcourir à un train électrique une distance double de celle que lui ferait franchir cette même quantité de charbon brûlée dans une locomotive à vapeur chargée de le remorquer. L'utilisation de la traction électrique se combine donc merveilleusement avec les efforts qu'il faudra faire après la guerre pour l'obtention de la force motrice à bon marché. Le courant nécessaire sera fourni soit par des usines hydro-électriques, comme dans les Alpes et dans les Pyrénées, en Suisse, en Norvège et en Italie, soit par des centrales à vapeur de grande puissance établies au centre des bassins houillers ou dans les ports d'importation des charbons étrangers, voire même par les gaz autrefois perdus des cokeries, des hauts fourneaux et des aciéries. On peut très bien concevoir que des pays presque totalement dépourvus de forces hydrauliques naturelles, comme la Belgique, par exemple, pourront cependant électrifier leur réseau ferré principal dans de très bonnes conditions, en installant de puissantes centrales électriques dans des districts houillers tels que le pays de Liège, la Campine, le Borinage, etc., sur le carreau même des mines. Le prix de revient du cheval-an électrique produit par des turbo-alternateurs de 75.000 kilowatts sera tout à fait comparable à celui que permet d'obtenir sans grands frais l'utilisation des chutes d'eau.

Les variations de tem-

pérature causées par les allumages et les extinctions fréquentes des feux dans les foyers de cuivre des locomotives sont une cause d'usure rapide qui s'étend à la chaudière tout entière. Les pièces animées de mouvements alternatifs, telles que bielles, pistons, etc., s'usent très vite. Au contraire, dans les locomoteurs électriques, toujours tenus propres grâce à l'absence de poussière et de fumée, les frais d'entretien et de réparations ne représentent guère qu'un tiers de ceux qu'occasionnent nos „ Pacific " les plus perfectionnées !... rapides, de lourdes pelletées de combustible au fond d'un foyer quelquefois long de plusieurs mètres et toujours incandescent.

Le locomoteur électrique est toujours prêt à fonctionner, et son emploi fait gagner un temps considérable par la suppression du remplissage des tenders, de l'allumage des foyers, du décrassage des grilles et des cendriers, des passages aux ponts tournants. On peut ainsi augmenter notablement la capacité et le rendement des stations et des lignes. Dans les gares de formation et de triage des trains, on obtient des manœuvres beaucoup



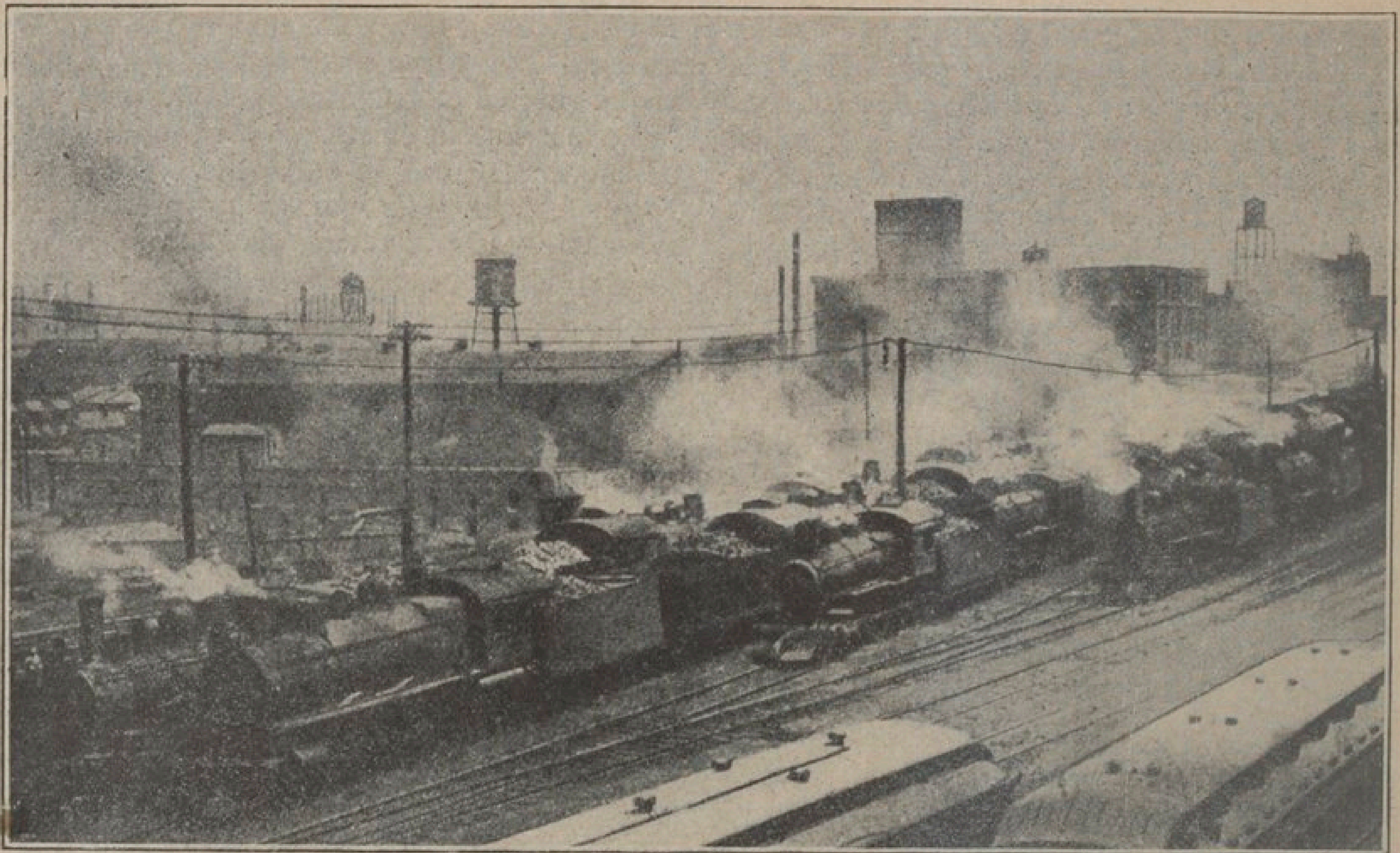
MOTEURS WESTINGHOUSE DE 2.000 CHEVAUX, AVEC TRANSMISSION PAR BIELLE

Ce système, appliqué par le Pennsylvania Railroad, permet l'emploi de gros moteurs uniques surélevés et donne aux machines une stabilité sur la voie supérieure à celle des locomotives à transmission par pignons et engrenages, dont le mécanisme est forcément plus surbaissé.

Le personnel de conduite d'un train électrique peut être réduit au minimum par la suppression du chauffeur, et le même mécanicien peut conduire plusieurs locomoteurs électriques, grâce aux accouplements qui permettent de brancher leurs divers mécanismes sur un seul appareil contrôleur porté par le tracteur de tête. Le wattman, posté dans une cabine fermée, quoique bien ventilée peut se tenir, à son choix, assis ou debout ; et il n'est jamais soumis aux trépidations ni aux secousses qui causent à nos mécaniciens de si graves maladies professionnelles telles que varices, phlébites, etc. Le travail si pénible du chauffeur est supprimé, car on n'est plus dans l'obligation de lancer, toutes les trois minutes, comme sur nos trains plus rapides et beaucoup plus faciles avec un locomoteur qu'avec une locomotive.

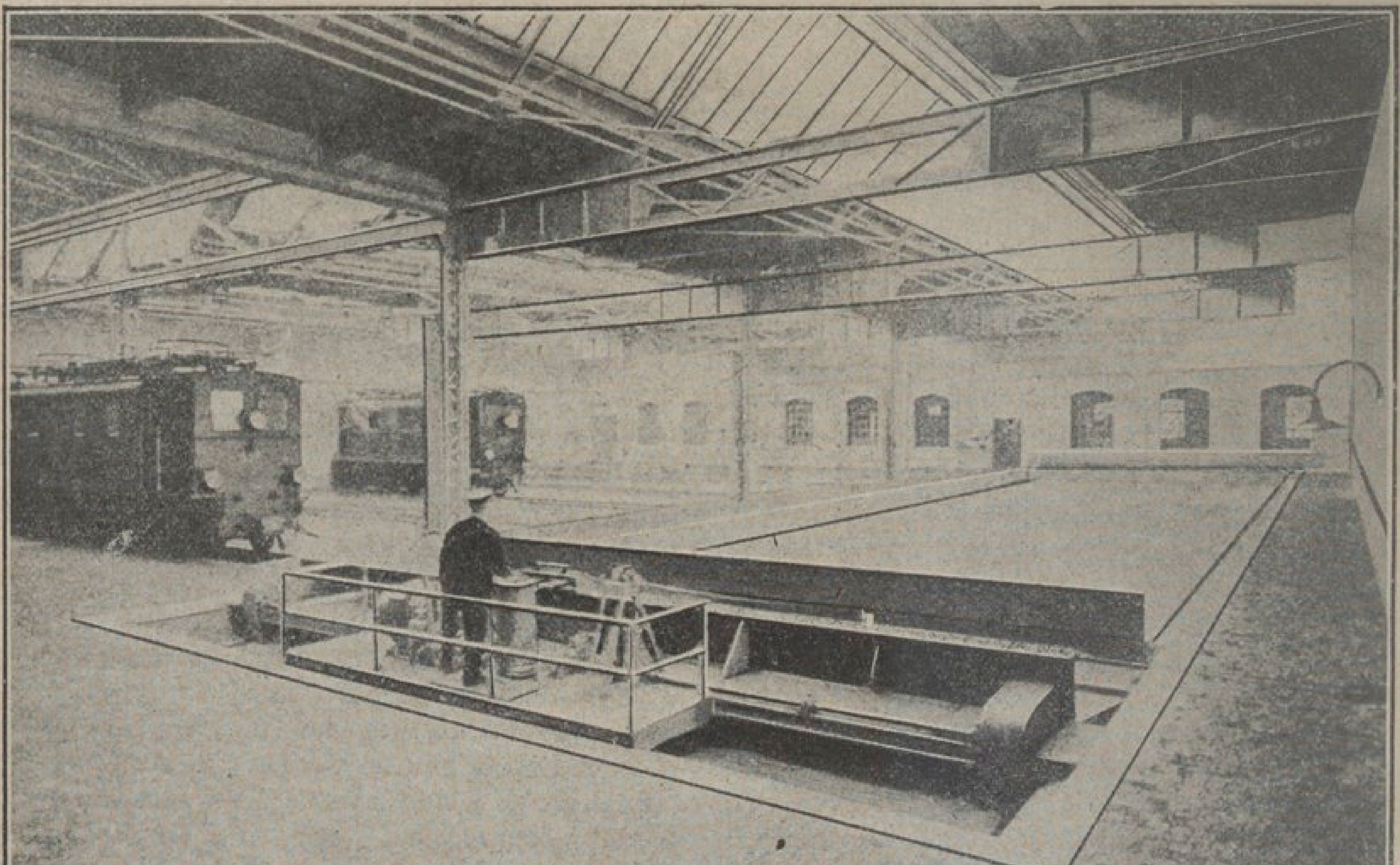
Le nombre des détresses des trains à vapeur est relativement élevé, car il faut souvent différer en route des machines dont une boîte d'essieu est chaude, qui ont une fuite sérieuse au faisceau tubulaire, ou enfin qui, pour une cause quelconque, ne peuvent continuer à assurer dans de bonnes conditions la remorque de leur train. Sur les voies électriques, les pannes sont beaucoup plus rares, même pendant l'hiver, car la gelée favorise le refroidissement et la ventilation des moteurs, tandis qu'elle occasionne fréquemment des ruptures d'essieux ou de plaques de foyers sur les machines à vapeur.

Grâce au groupement sur un même châssis



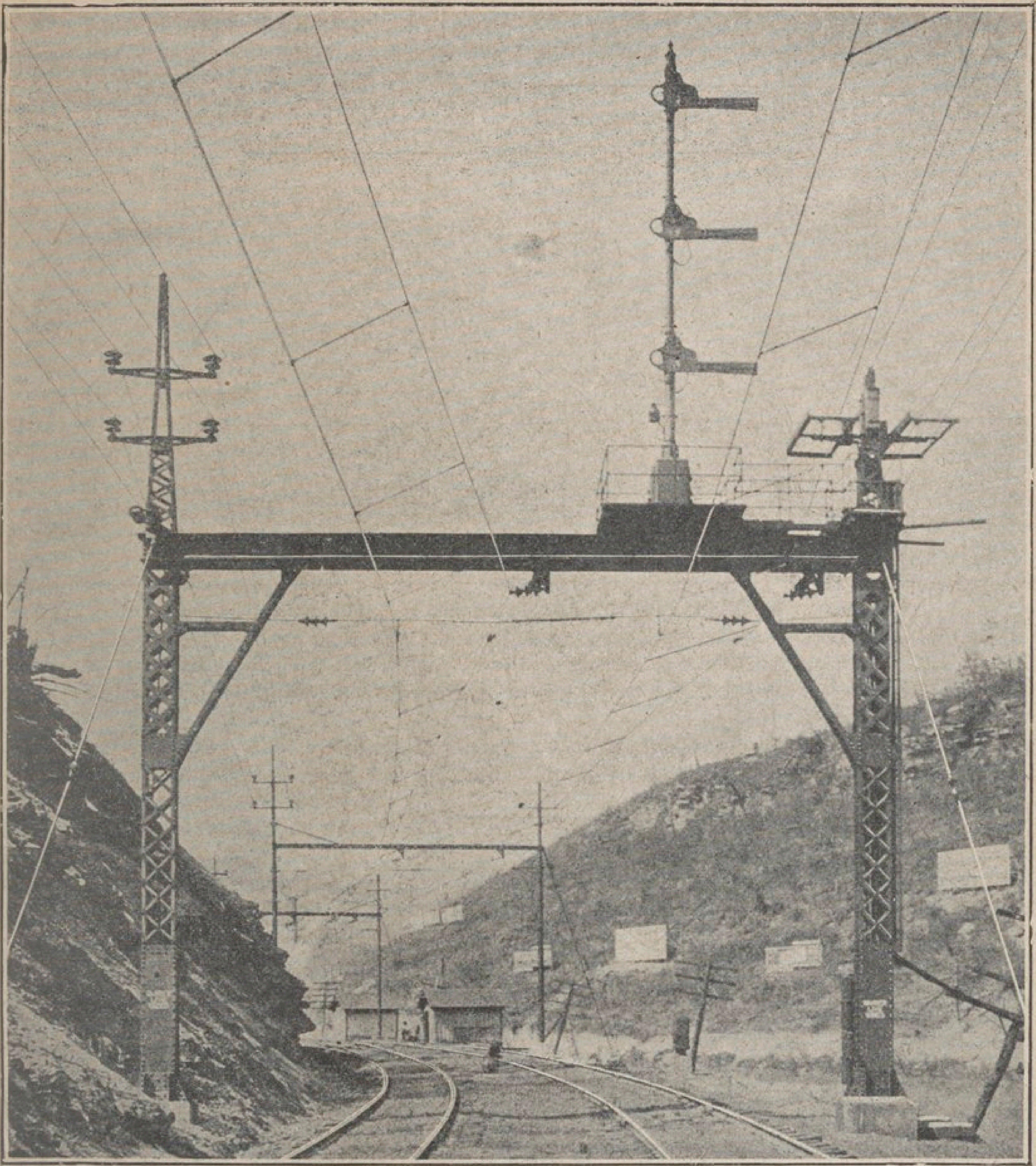
ASPECT FUMEUX D'UN STATIONNEMENT DE LOCOMOTIVES A VAPEUR

L'air est obscurci et empesté par les dégagements fuligineux des foyers, les fuites de vapeur, et tout le voisinage souffre de l'haleine nauséabonde des machines.



GRANDE REMISE, AVEC TRANSBORDEUR, POUR LOCOMOTIVES ÉLECTRIQUES.

On remarquera ici la propreté méticuleuse de ce garage, propreté qui contraste avec l'atmosphère empuantie des dépôts de locomotives à vapeur.

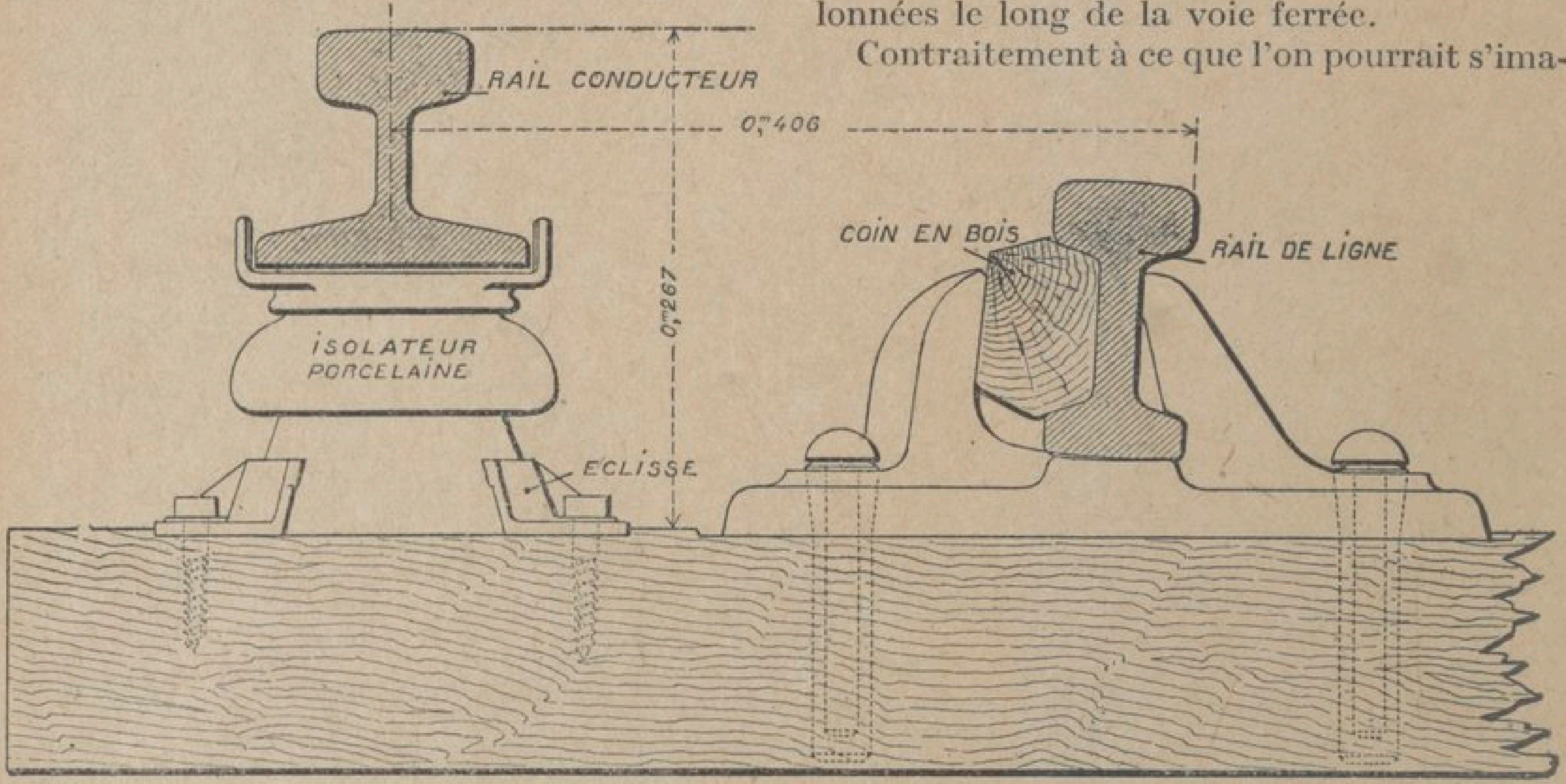


TRANSPORT DE COURANT AÉRIEN PAR LIGNES CATÉNAIRES SIMPLES, POUR DOUBLE VOIE

de plusieurs moteurs de grande puissance, on a pu construire des tracteurs électriques capables de développer de 2.500 à 3.000 chevaux et réaliser des efforts de remorque de 70.000 kilogrammes au crochet. La suppression des grands tenders, qui pèsent plus de 100 tonnes en charge, constitue un avantage important au point de vue du rendement. De plus, on peut utiliser pour l'adhérence des roues motrices environ le tiers du poids total d'un tracteur, alors que, sur une locomotive à vapeur, ce rapport ne dépasse pas 25 %. On applique aux trains électriques, sur les longues pentes, un système de freinage très ingénieux et très commode, qui consiste à faire tourner les dynamos sous l'action des roues motrices et à renvoyer dans la ligne d'alimentation le courant ainsi produit.

On peut tout au plus reprocher aux voies électriques d'être d'un entretien assez dispendieux, notamment aux environs des gares, par suite de l'accélération de la vitesse des trains et de leur freinage rapide et aussi à cause de l'abaissement du centre de gravité du matériel moteur. Il est vrai que, d'autre part, ce dernier n'exerce pas sur les divers

éléments de la voie ferrée les mouvements de lacet et de galop ni les efforts de ripage violents qui résultent des changements de sens continuels dans le déplacement des pistons et de leurs tiges. La rotation des dynamos motrices se transmet aux roues facilement et sans les efforts perturbateurs qui accompagnent généralement la transformation du mouvement alternatif des pistons en un mouvement circulaire.



SYSTÈME DE DISTRIBUTION DU COURANT PAR UN TROISIÈME RAIL

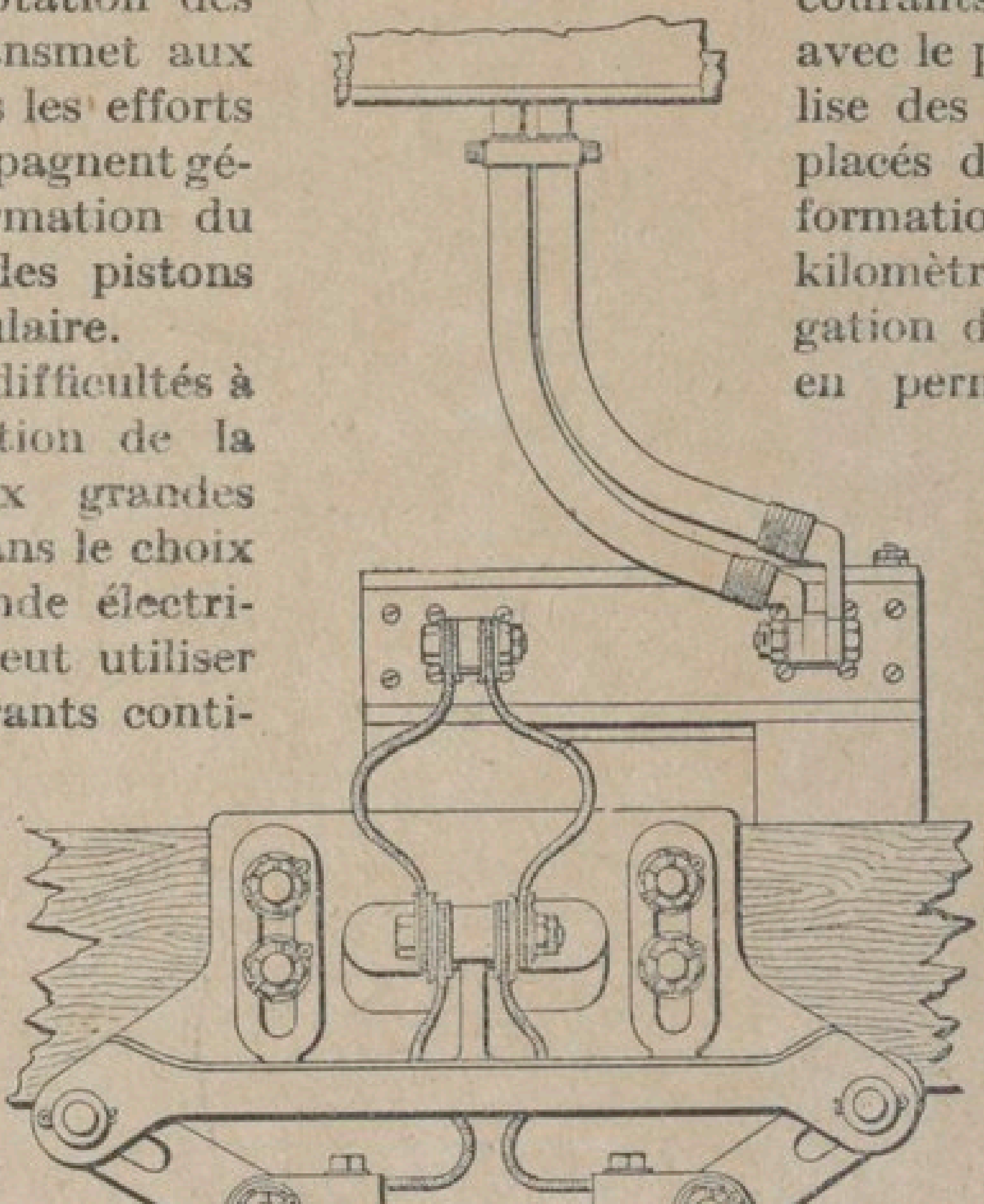
On voit, à droite, le rail ordinaire faisant partie de la voie sur laquelle circulent les trains. A gauche, est représenté le troisième rail monté sur des isolateurs de porcelaine; les locomoteurs ou les automotrices s'alimentent par un sabot métallique frottant sur le champignon supérieur.

L'une des principales difficultés à résoudre dans l'application de la traction électrique aux grandes voies ferrées consiste dans le choix du système de commande électrique à employer. On peut utiliser à cet effet, soit les courants continus, soit les courants alternatifs simples (monophasés) ou triphasés.

Or, la transformation de l'énergie électrique à grande distance n'est réalisable, d'une manière économique, que sous forme de courants alternatifs à voltage élevé (30.000 à 100.000 volts). Ces courants à haute tension sont envoyés dans les moteurs après avoir été transformés en courants continus ou en courants alternatifs à basse tension dans des sous-stations échelonnées le long de la voie ferrée.

Contraitement à ce que l'on pourrait s'imaginer à première vue, l'emploi du courant continu est plus compliqué que celui des courants alternatifs. En effet, avec le premier système, on utilise des convertisseurs tournants placés dans des usines de transformation espacées de 15 à 25 kilomètres, ce qui entraîne l'obligation d'entretenir du personnel en permanence dans chacune d'elles. La seconde méthode, beaucoup plus économique, comporte l'emploi de transformateurs statiques séparés par de longues distances, que surveillent simplement des équipes volantes.

Les courants triphasés, commodes pour le transport de l'énergie, sont une cause de complication en ce qui concerne l'équipement électrique des voies et du matériel de traction. La solution la plus rationnelle paraît donc être d'adopter le courant alternatif monophasé, qui permet d'u-



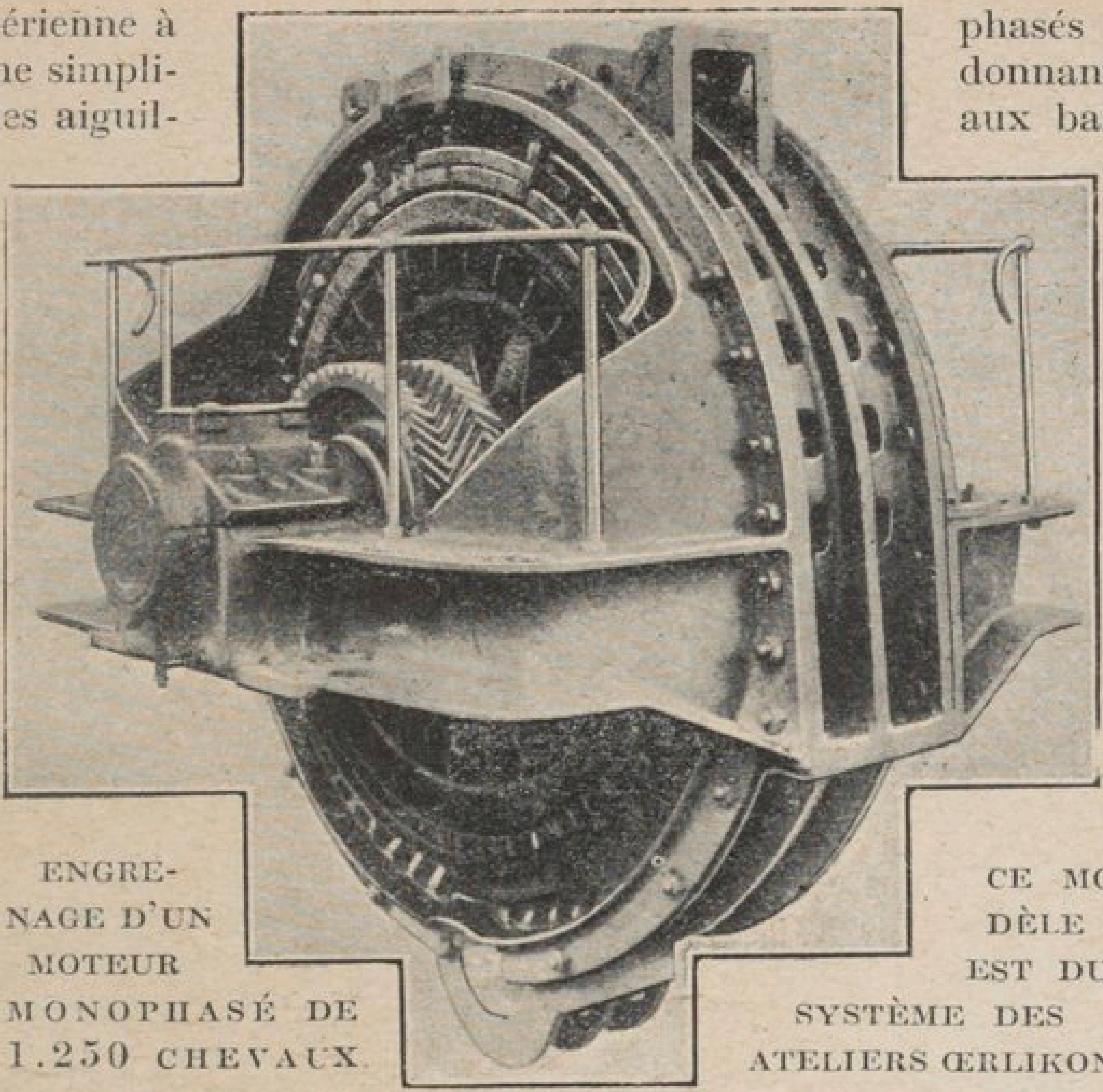
PRISE DE COURANT SUR TROISIÈME RAIL

Le sabot intérieur, muni d'un système de rappel à ressort, frotte sur la surface supérieure du champignon du rail conducteur. Des fusibles arqués servent de coupe-circuit.

tiliser une ligne aérienne à fil unique, d'où une simplification notable des aiguillages, des croisements, etc.

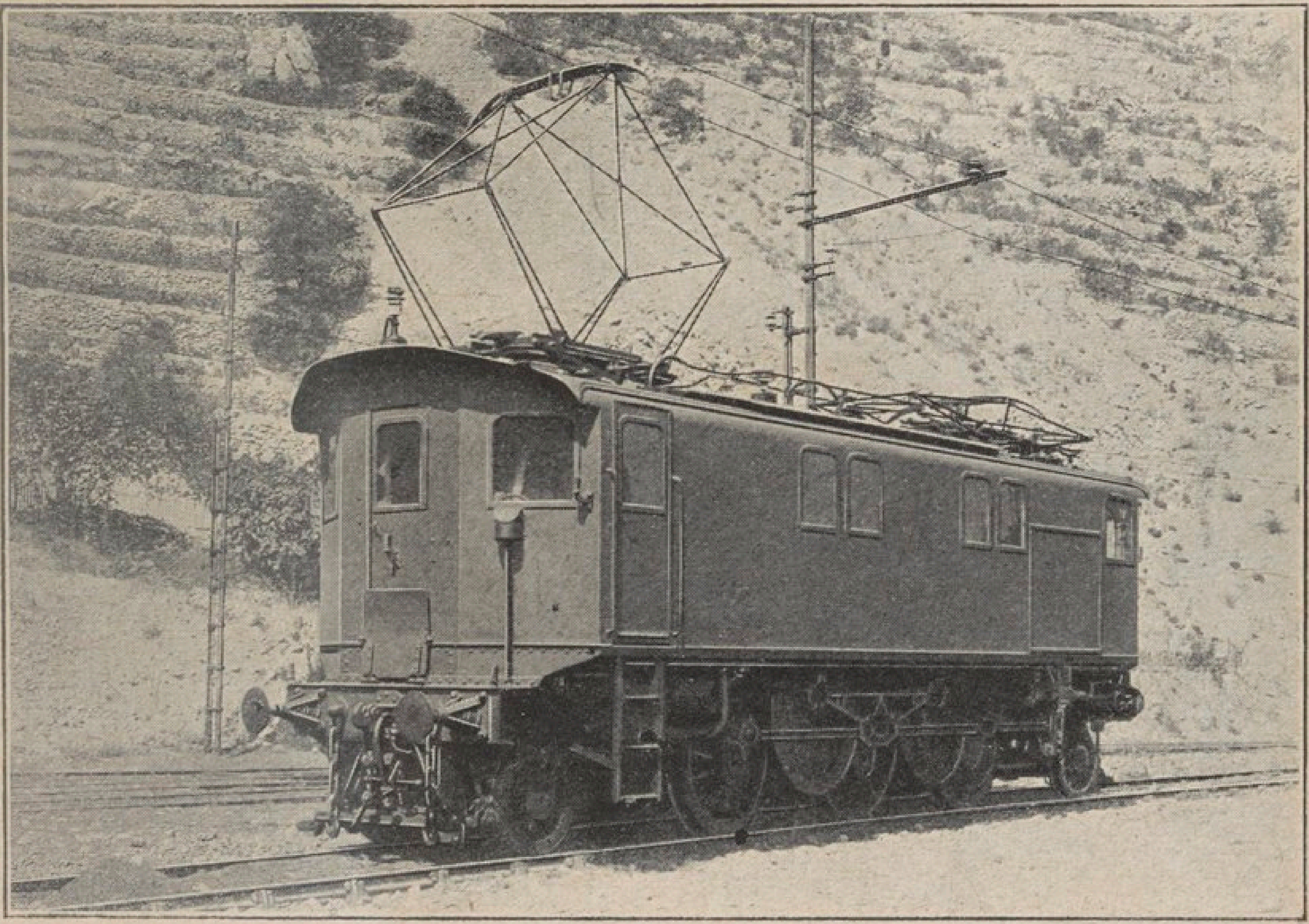
Les moteurs à courants continus fonctionnent forcément à bas voltage et atteignent difficilement les grandes puissances que développent les moteurs monophasés à collecteurs. Ces derniers l'emportent également sur les appareils de commande triphasés au point de vue du réglage de la vitesse, de la suppression des à-coups au moment des démarrages et des surtensions qui se produisent lors de la mise en circuit.

On dispose aujourd'hui de moteurs monophasés à collecteurs ne donnant pas d'étincelles aux balais et analogues à ceux qui fonctionnent au moyen des courants continus.



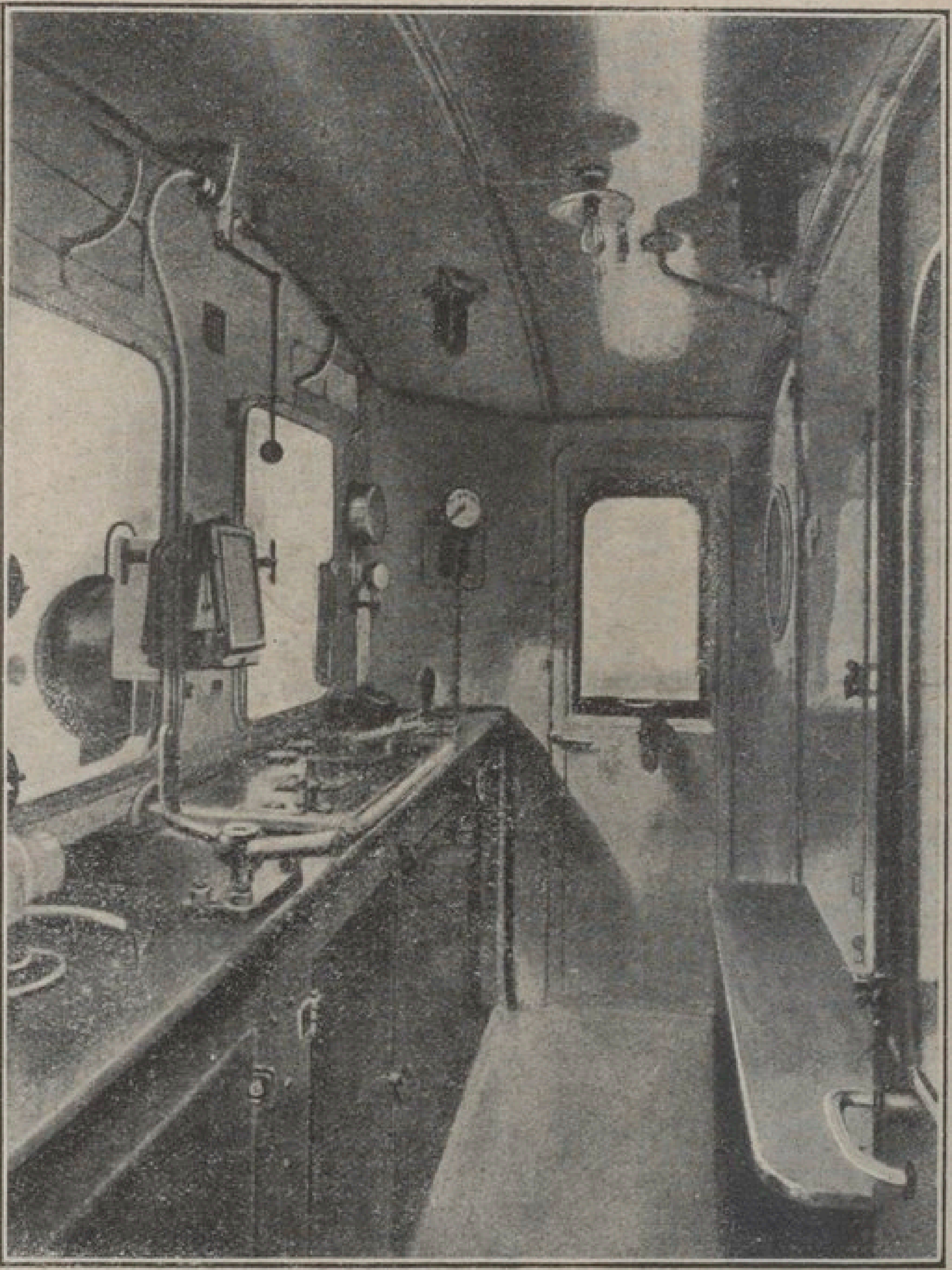
ENGRENAGE D'UN MOTEUR MONOPHASÉ DE 1.250 CHEVAUX. CE MODÈLE EST DU SYSTÈME DES ATELIERS ŒRLIKON

L'alimentation des moteurs de tramways s'opère au moyen de conducteurs métalliques simples aériens ou enfermés dans des caniveaux souterrains. Ce système est insuffisant dans le cas des grandes lignes parce qu'il ne permet les vitesses élevées ni en pleine voie ni au passage des aiguilles et des bifurcations. On a le choix entre deux types de distribution offrant ce grand avantage, qui sont le troisième rail et la ligne aé-



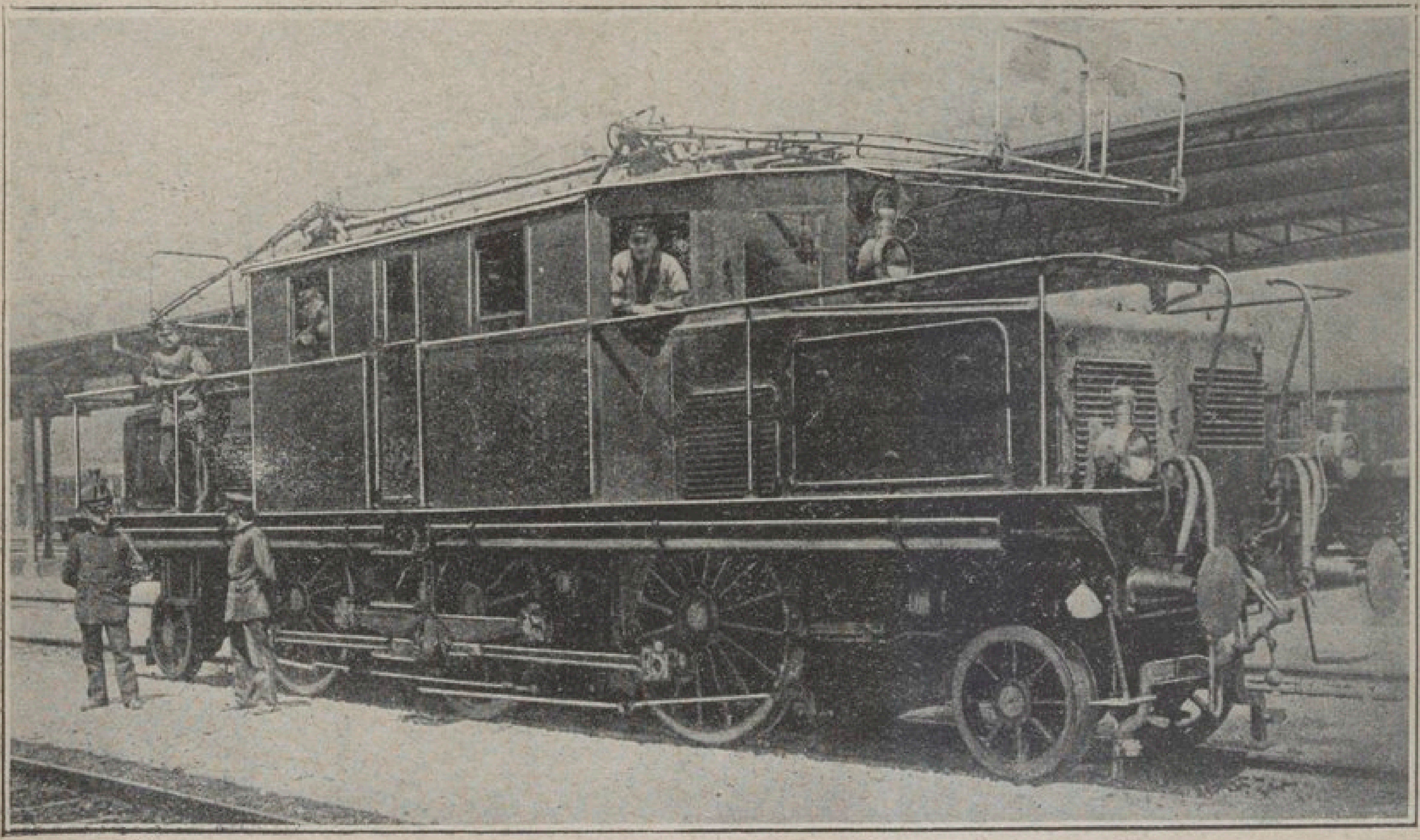
LOCOMOTIVE ÉLECTRIQUE DU SYSTÈME ŒRLIKON, DE LA LIGNE DE LŒTSCHBERG

rienne caténaire. Le troisième rail est surtout employé pour transporter les courants continus à 1.200 volts le long de lignes de banlieue courtes absorbant des quantités d'ampères très importantes. Le rail de distribution en acier est monté extérieurement par rapport à ceux de la voie courante, sur des isolateurs de grès ou de porcelaine vitrifiée. Les locomoteurs s'alimentent au moyen de sabots métalliques à ressort qui frottent la surface supérieure ou la face inférieure du rail. Ce système n'est pas compatible avec les grandes vitesses, réalisables avec les suspensions aériennes caténaires qui permettent de franchir sans ralentir les courbes et les aiguillages.



CABINE DE COMMANDE D'UNE LOCOMOTIVE ÉLECTRIQUE

Dans les lignes caténaires simples, le fil conducteur, en forme de 8, tendu avec une flèche minimum, est suspendu tous les cinq ou six mètres par des pendules d'acier ou de bronze siliceux supportés eux-mêmes par un câble porteur à forte flèche. soutenu de loin



LOCOMOTIVE ÉLECTRIQUE A VOYAGEURS CIRCULANT SUR LA LIGNE DU SIMPLON.

en loin par des isolateurs montés sur des consoles. La portée du câble-support varie de 50 à 100 mètres ; il importe que le fil conducteur ne s'écarte pas sensiblement de la position moyenne dans le plan horizontal, tout en présentant une certaine flexibilité dans le sens vertical. On le maintient donc soit par des anti-balançants, soit par des supports ou pendules doubles fixés à deux câbles porteurs. En courbe, on fait usage de fils de tension souples vers la convexité et d'anti-balançants vers la concavité.

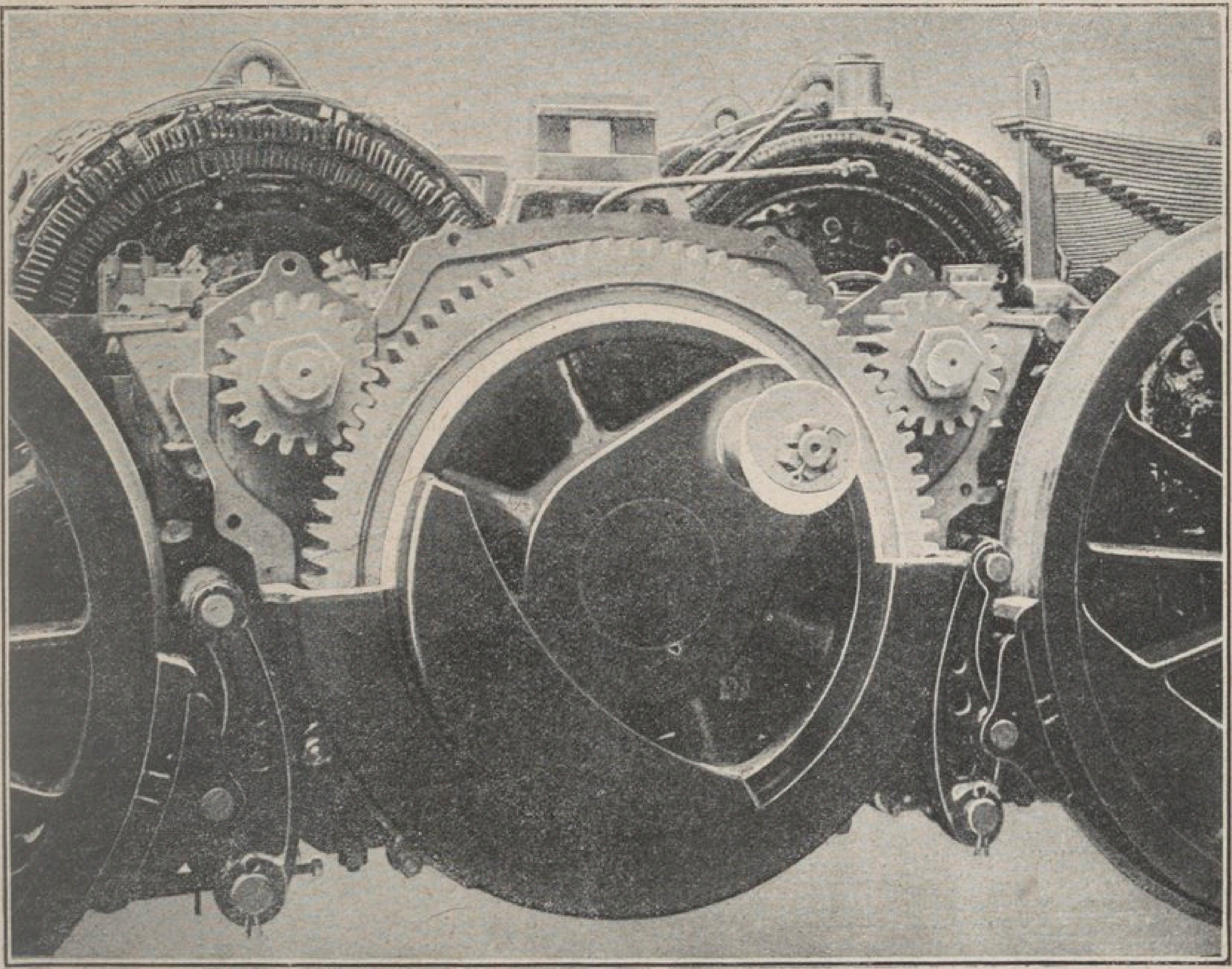
La suspension caténaire double comprend essentiellement un câble conducteur supporté par des pendules courts et nombreux pouvant glisser au moyen d'œillets sur un fil porteur auxiliaire. Ce dernier est lui-même soutenu par des pendules reliés à un câble porteur principal, à forte flèche.

Les perches à galets employées comme organes de prise de courant sur nos lignes de tramways sont remplacées ici par des antennes et par des archets ou mieux encore par des appareils à pantographes articulés.

On peut, avec les pantographes, capter des courants de 15.000 et 20.000 volts, grâce à l'isolement de la base, qui est montée sur le toit des locomoteurs au moyen d'isolateurs accordéons ou à cloches multiples.

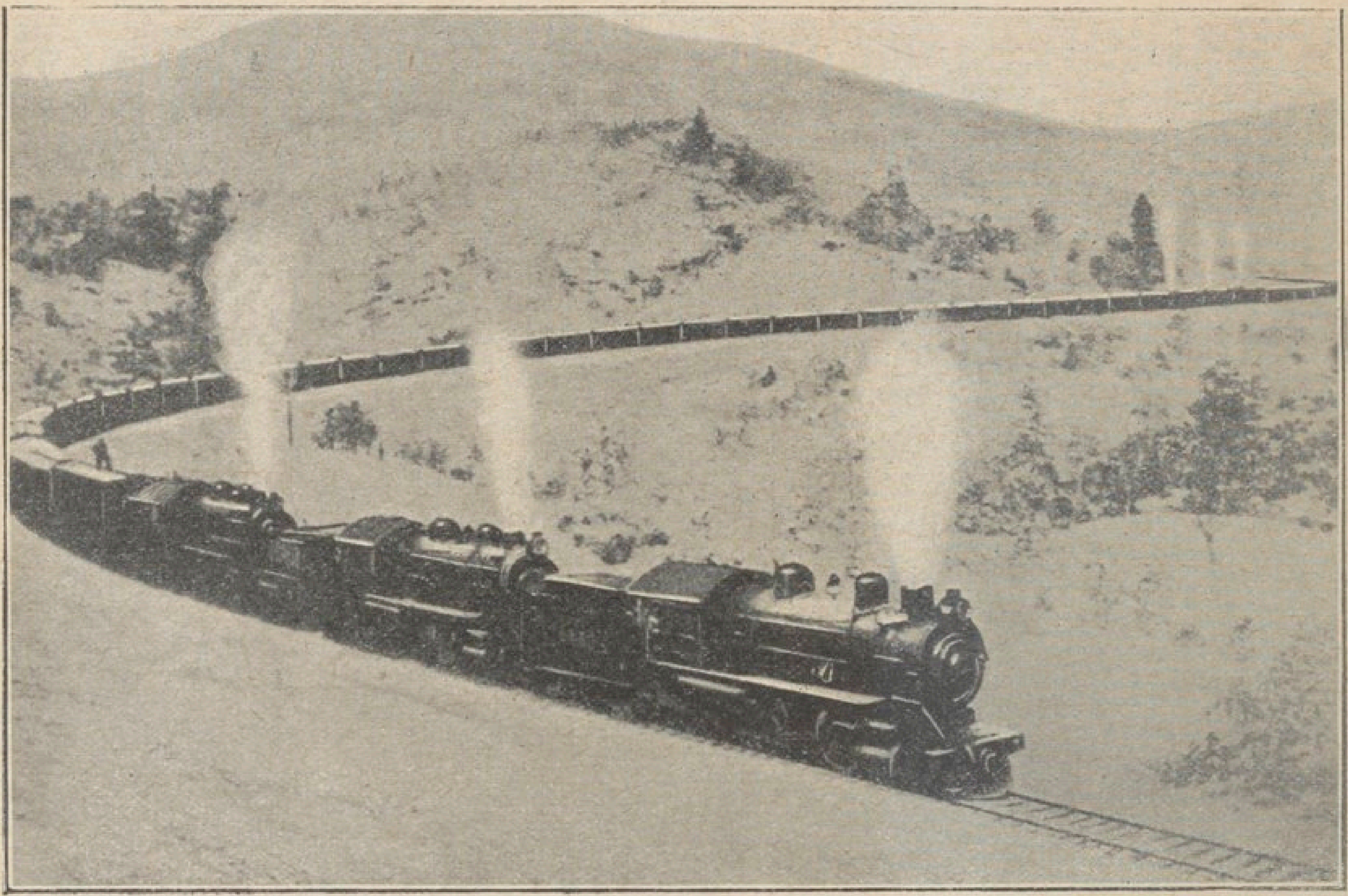
Les maisons Westinghouse, Œrlikon, Brown Boveri, Thomson Houston, Schneider, ainsi que la Société Alsacienne de constructions mécaniques et la Société de Jeumont ont fait faire de grands progrès à la traction électrique en étudiant avec soin tous les problèmes que soulève la réalisation de moteurs puissants capables de lutter avec les plus fortes locomotives compound à vapeur des systèmes Mallet, Vauclain, etc.

Les premières locomotives électriques n'étaient en réalité que des automotrices agrandies mais munies de moteurs bas et mal suspendus. On n'a pu obtenir de la vitesse et de la puissance qu'en faisant com-



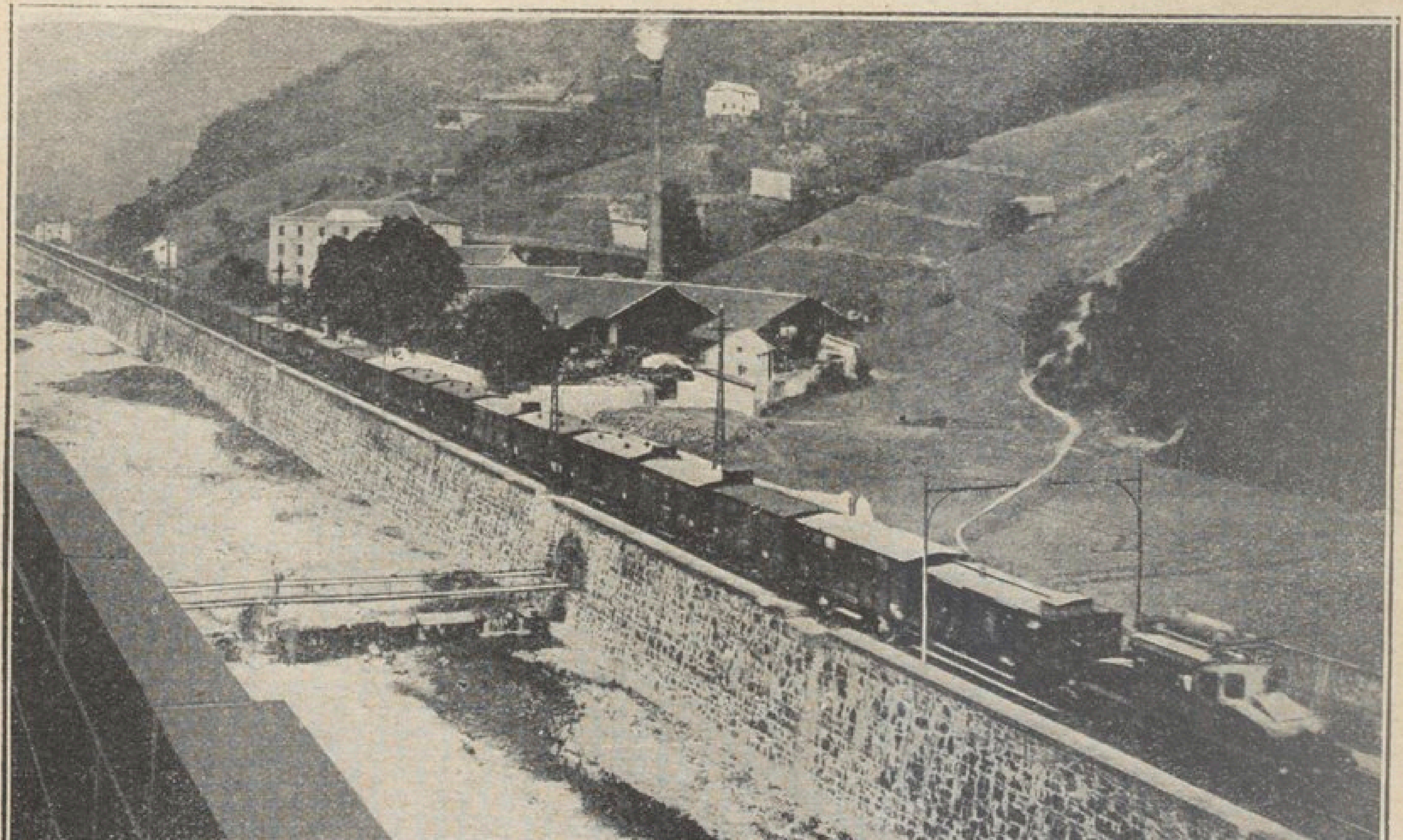
MOTEURS D'UNE LOCOMOTIVE AVEC PIGNONS ET ENGRENAGE ACTIONNANT UN FAUX ESSIEU

Ce système, qui semble préférable à la commande par manivelles et bielles pour les locomoteurs à marchandises, exige une grande perfection dans l'exécution et l'emploi de métaux de choix afin d'empêcher l'usure rapide des organes.



TRAIN DE MINERAI EN TRIPLE TRACTION GRAVISSANT UNE RAMPE

Cette photographie prise aux Etats-Unis fait ressortir la complication et le prix élevé du transport des minerais avec la traction à vapeur.



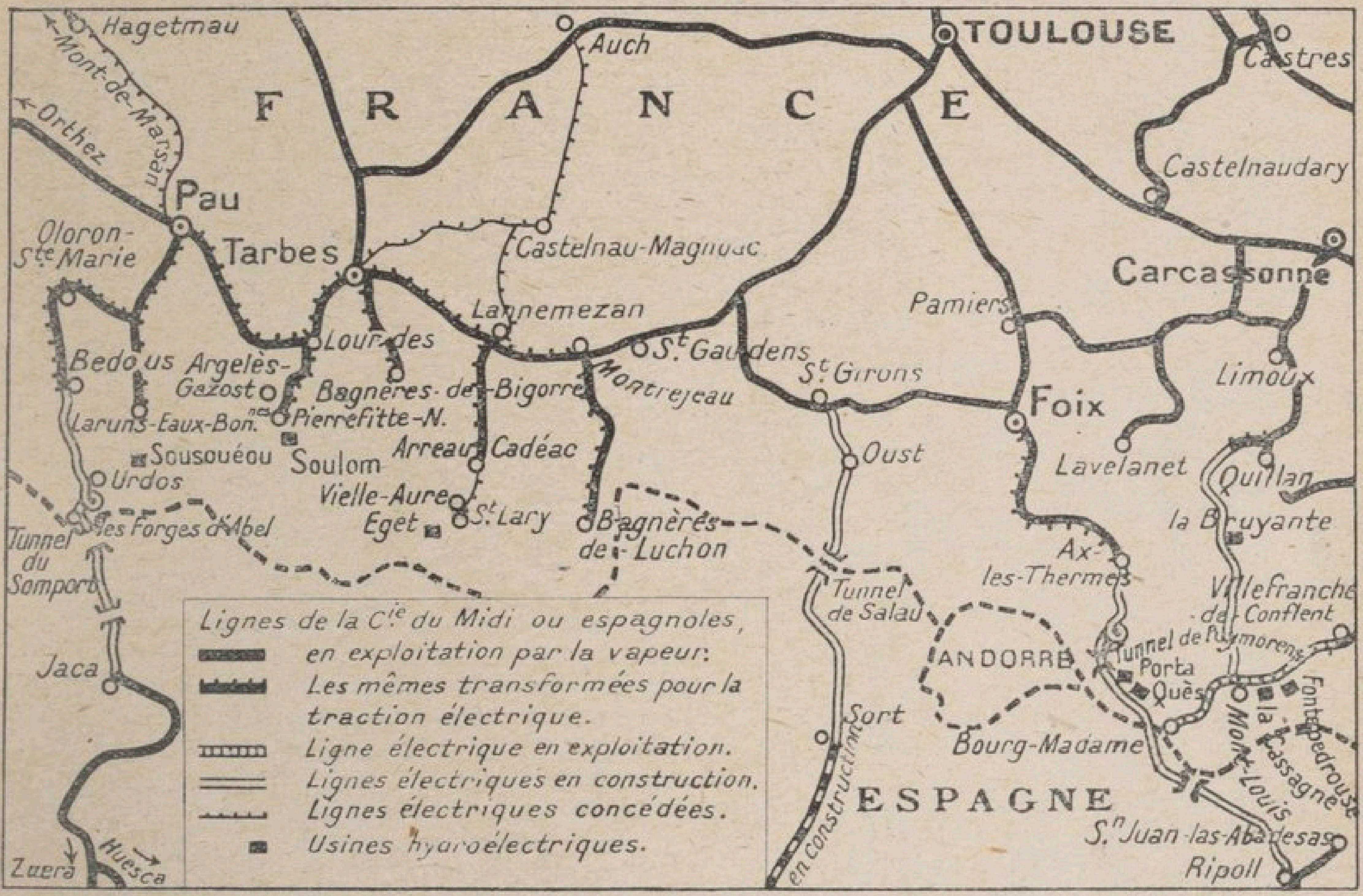
TRAIN DE MARCHANDISES MONTANT LA RAMPE DE GIOVI (ITALIE)

Ce train, pesant 418 tonnes, est remorqué à la vitesse de 45 kilomètres à l'heure, sur une rampe de 35 milimètres par mètre, grâce à l'emploi de locomoteurs triphasés développant 2.000 chevaux.

mander les essieux couplés par les moteurs électriques au moyen de bielles intermédiaires simples ou triangulaires. On a eu également recours à des locomotives articulées et doubles, à essieux moteurs multiples, avec ou sans essieux porteurs aux extrémités.

D'autres constructeurs ont adopté des transmissions comportant un ou deux pignons avec engrenages, ou bien ont combiné la transmission par bielles simples ou doubles avec l'emploi de jeux d'engrenages.

Les plus grandes installations de traction électrique sur les grandes lignes se trouvent centrales prévue pour l'alimentation des chemins de fer suisses représente un total de 450.000 à 550.000 chevaux, mesurés à l'arbre des turbines. Pour la seule ligne du Saint-Gothard, longue de 228 kilomètres, de Lucerne à Chiasso, le prix total des nouvelles installations est estimé à plus de 67 millions, en prévoyant l'emploi du courant monophasé d'environ quinze périodes, ayant sur le fil d'alimentation une tension d'environ 15.000 volts. Les ingénieurs suisses estiment que le prix de la traction, qui variait de 88 à 94 centimes par tonne kilométrique

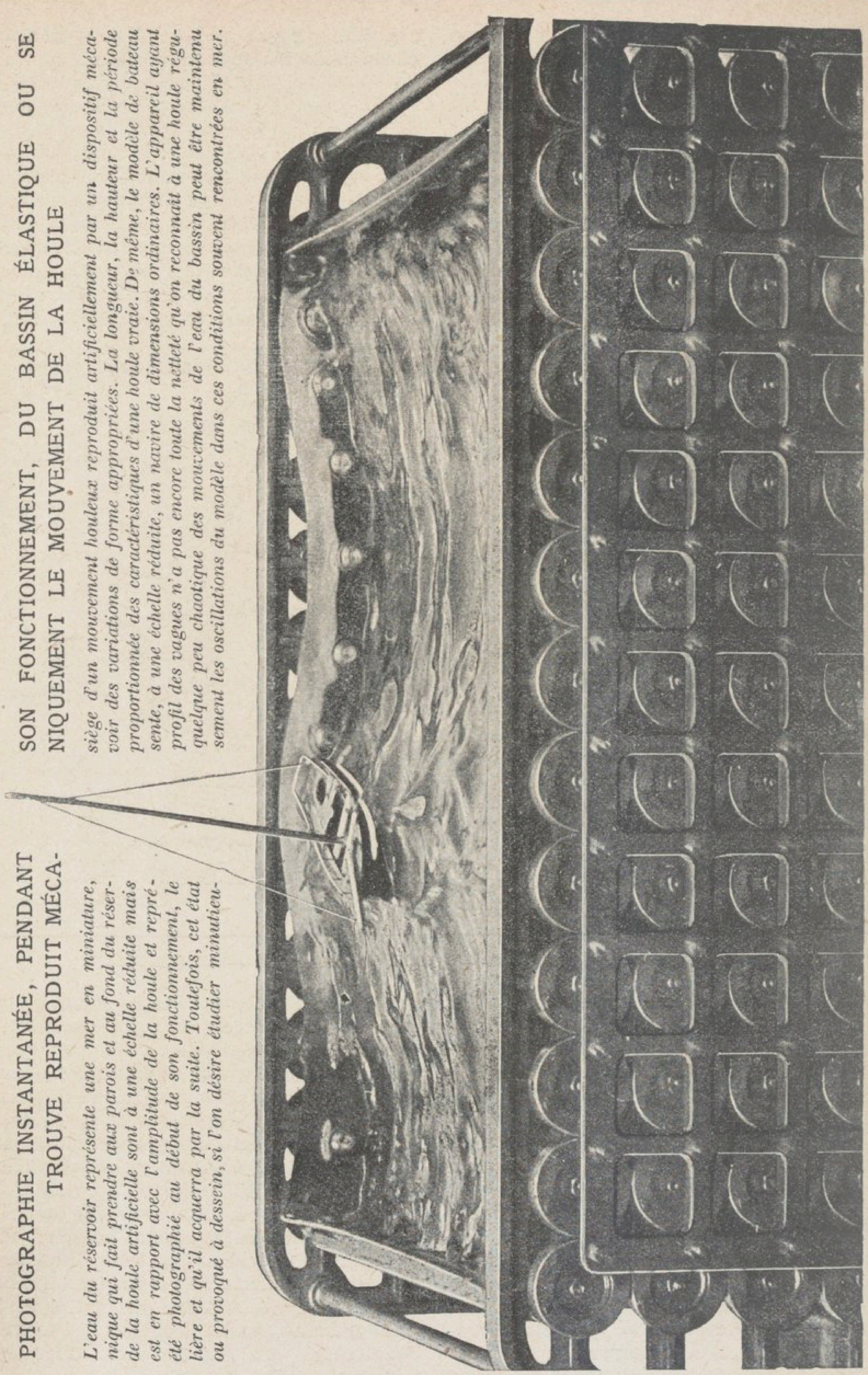


CARTE DES LIGNES DU RÉSEAU DU MIDI EXPLOITÉES ÉLECTRIQUEMENT

actuellement en Amérique, notamment sur le Pennsylvania Railroad, sur le New-York-New-Haven & Hartford, etc. Le chemin de fer du Midi français a fait du nouveau mode de traction une étude très complète en vue de l'exploitation des futures lignes transpyrénéennes franco-espagnoles, et l'on peut se rendre compte, d'après notre carte, de l'ampleur de ses recherches à ce sujet. L'Italie du Nord, la Suède et la Norvège offrent également des exemples d'exploitations électriques très développées, mais aucun projet en cours d'exécution ni aucune application existante ne présente l'intérêt qu'offre le projet grandiose étudié par l'administration des Chemins de fer fédéraux suisses, en vue de l'électrification complète de leur réseau. La puissance des stations brute, avec l'ancien service à vapeur, pourra être abaissé à 70 centimes, grâce à la transformation projetée. Il est certain que l'exemple donné par les chemins de fer fédéraux sera suivi par tous les réseaux qui disposent de chutes d'eau situées sur le parcours de leur ligne et également par ceux qui desservent des districts voisins de bassins houillers. ou de centres métallurgiques importants.

En France un large avenir est ouvert à l'exploitation électrique au voisinage des Alpes et des Pyrénées dans le Massif Central, dans nos départements voisins des mines du Nord, du Pas-de-Calais, du Centre et du Midi et aussi dans les provinces qui forment l'hinterland des grands ports d'importation des houilles étrangères.

Luigui Fertucci.



PHOTOGRAPHIE INSTANTANÉE, PENDANT SON FONCTIONNEMENT, DU BASSIN ÉLASTIQUE OU SE TROUVE REPRODUIT MÉCANIQUEMENT LE MOUVEMENT DE LA HOULE

L'eau du réservoir représente une mer en miniature, siège d'un mouvement houleux reproduit artificiellement par un dispositif mécanique qui fait prendre aux parois et au fond du réservoir des variations de forme appropriées. La longueur, la hauteur et la période de la houle artificielle sont à une échelle réduite mais proportionnée des caractéristiques d'une houle vraie. De même, le modèle de bateau est en rapport avec l'amplitude de la houle et représente, à une échelle réduite, un navire de dimensions ordinaires. L'appareil ayant été photographié au début de son fonctionnement, le profil des vagues n'a pas encore toute la netteté qu'on reconnaît à une houle régulière et qu'il acquerra par la suite. Toutefois, cet état quelque peu chaotique des mouvements de l'eau du bassin peut être maintenu ou provoqué à dessein, si l'on désire étudier minutieusement les oscillations du modèle dans ces conditions souvent rencontrées en mer.

LA REPRODUCTION MÉCANIQUE DU MOUVEMENT DE LA HOULE

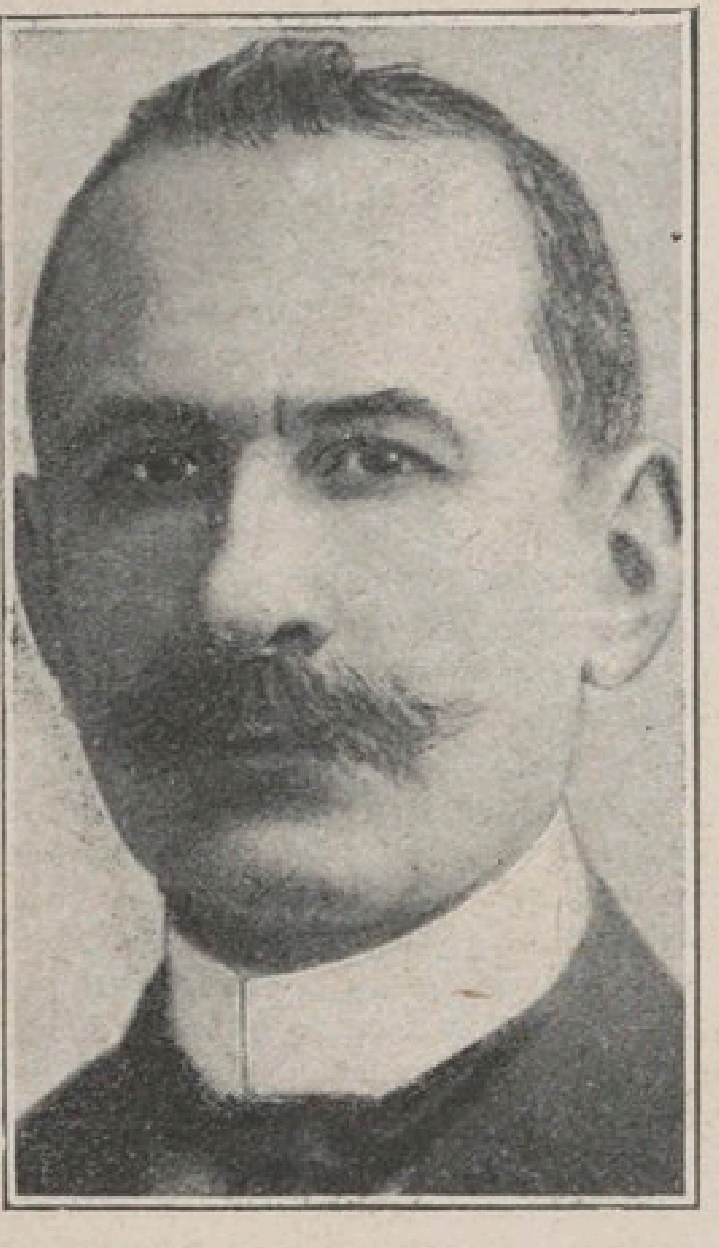
Par G. RUSSO

COLONEL DU GÉNIE NAVAL ITALIEN

MEMBRE DE L'ASSOCIATION TECHNIQUE MARITIME FRANÇAISE

Le colonel G. Russo s'est signalé, il y a quelques mois, à l'attention du monde maritime, par une invention curieuse autant que très ingénieuse, qui ne peut manquer de faire progresser l'étude expérimentale du roulis des navires sur houle, dont une autre de ses inventions, celle du navipendule, fut jadis, à proprement parler, l'initiatrice. Grand ami de notre pays, le colonel Russo est très connu dans les cercles maritimes français où il jouit depuis de longues années d'une haute sympathie. Nonobstant les fonctions importantes et absorbantes qu'il remplit actuellement à l'amirauté italienne, le colonel Russo a bien voulu, avec un empressement et une bienveillance dont nous lui sommes très reconnaissants, écrire spécialement pour les lecteurs de « La Science et la Vie », *l'intéressant article qu'on va lire :*

Les personnes qui ont voyagé sur mer savent combien sont désagréables les mouvements du roulis des navires. Le roulis est, en effet, la cause principale du mal de mer ; or, ce mal, que ceux qui n'en ont pas souffert s'obstinent à classer dans la catégorie des malaises bénins, transforme, pour nombre de personnes que leurs occupations ou leur plaisir conduisent à emprunter souvent la voie des eaux, la moindre traversée en un véritable martyre qui les laisse encore plusieurs jours délabrés. La répétition à courts intervalles de pareils désordres entraîne souvent des troubles fonctionnels si graves que celui qui en est atteint se voit obligé de s'interdire complètement les voyages sur mer.



L'INGÉNIEUR ITALIEN RUSSO

Mais la question du roulis a d'autres conséquences et inconvénients que ces malaises physiologiques. Sur les navires de guerre, par exemple, le pointage correct de l'artillerie, par un fort roulis, devient très difficile et le pourcentage des coups au but est incertain. Il est donc très important pour ces bâtiments de posséder ce que les ingénieurs du génie maritime et d'artillerie navale appellent une bonne *stabilité de plate-forme*, c'est-à-dire la faculté d'annihiler le plus possible, par mer agitée, les oscillations transversales engendrées par le roulis.

Pour les navires modernes dépourvus de la lourde mâture des voiliers et des anciens mâts militaires à tourelles, le roulis est dû presque exclusivement aux ondulations de la mer, c'est-à-dire à la houle. Mais celle-ci n'affecte pas tous les bâtiments au même degré et de la même façon, et c'est avec raison que l'on dit que chaque bateau présente une physionomie particulière suivant sa manière de se comporter par mer houleuse.

Imaginons plusieurs types de bâtiments de différents tonnages composant une escadre et naviguant de conserve à la même vitesse. Les conditions de la mer sont égales pour tous ; chacun d'eux, cependant, subit différemment les effets des vagues. Celui-ci s'avance, majestueux, indifférent et, sur ses flancs puissants, les lames se brisent, rageuses et écumantes, comme sur un écueil ; celui-là oscille avec grâce et élégance, s'inclinant de droite à gauche avec ampleur. Un troisième, au contraire, n'atteint pas de grands angles d'inclinaison, ne se couche pas sur

l'eau avec docilité, mais oscille, rapide et vif, avec un roulis pénible pour son équipage. Un autre encore présente des périodes de tranquillité qui alternent régulièrement avec des phases de vive agitation.

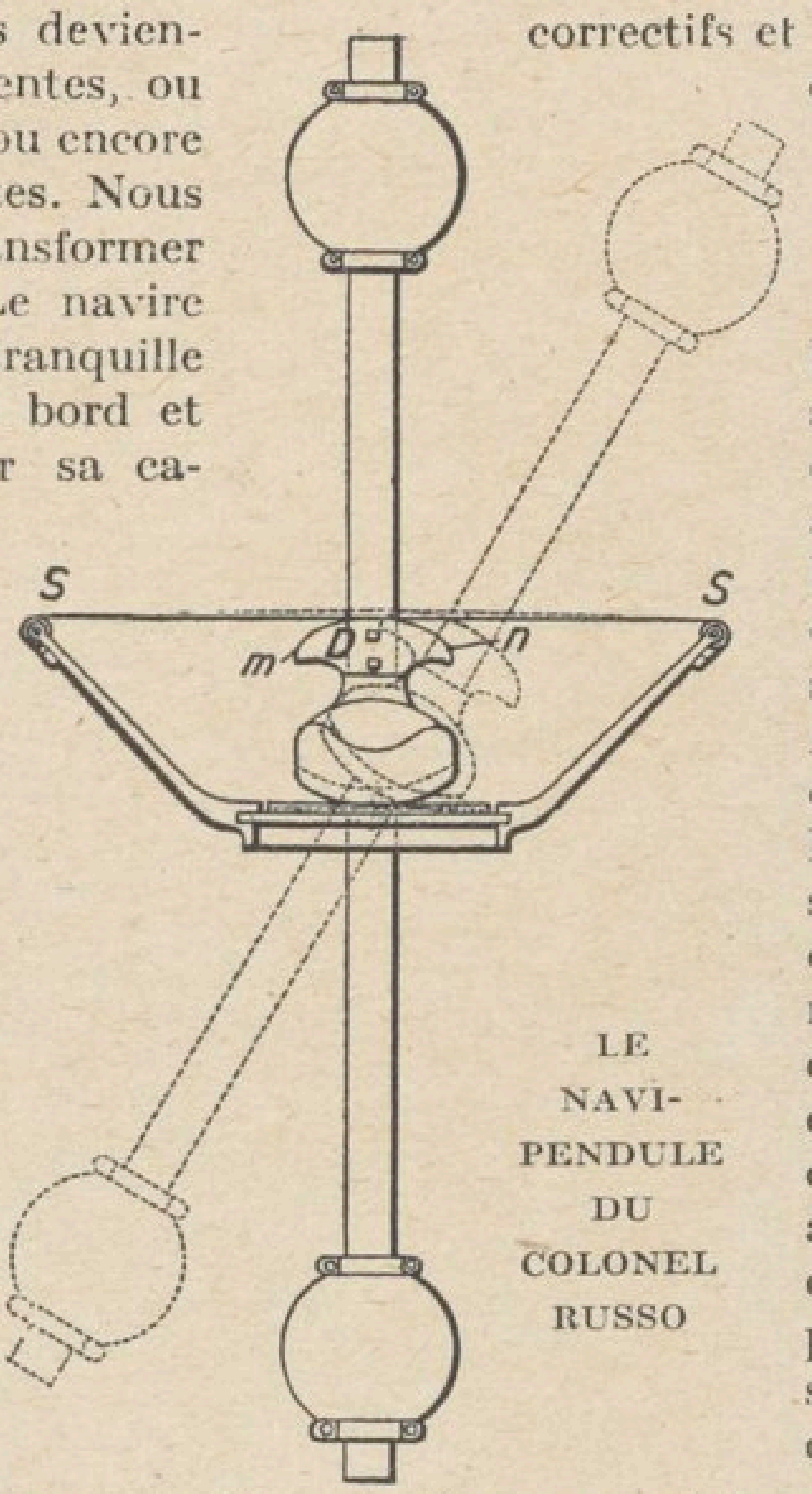
Admettons maintenant que l'état de la mer change, que les vagues deviennent plus longues et plus lentes, ou plus hautes et plus escarpées, ou encore plus brèves et plus fréquentes. Nous voyons alors la scène se transformer d'une façon inattendue. Le navire qui marchait dédaigneux et tranquille se couche maintenant d'un bord et de l'autre, jusqu'à montrer sa carène; l'autre, qui était si agité, se déplace maintenant modérément, et, de même, le troisième, le quatrième changent de tenue ; celui-ci a repris de la stabilité, celui-là en a perdu. Nous sommes ainsi conduits à constater que le roulis n'est pas exclusivement fonction des ondulations de la houle, bien que ces ondulations constituent la partie active du phénomène, mais que d'autres facteurs dus au navire, et différents pour chaque bateau, y jouent un rôle important.

Est-il possible de prévoir, pour un bâtiment qui est encore à l'état de projet, sa façon de se comporter dans les divers états de mer qu'il pourra rencontrer ou, en d'autres termes, d'apprécier ses qualités nautiques?

C'est là un problème étudié depuis longtemps par les ingénieurs maritimes, spécialement en France et en Angleterre. Les études sur le roulis des navires au milieu de vagues, désigné par *roulis sur houle*, forment une littérature riche en théories superbes dues, pour une bonne part, à Bertin, autrefois directeur des constructions navales en France, et à W. Froude, dont les contributions scientifiques ont été dignement constituées par son fils, R.-E. Froude. Mais si, incontestablement, les études théoriques ont jeté une vive lumière sur la question, elles n'ont donné dans la pratique que des solutions approximatives, lesquelles impliquent des procédés mathématiques et graphiques difficiles et laborieux.

Ces procédés sont même si ardus (et également si incertains en raison des facteurs correctifs et des hypothèses restrictives qu'il faut introduire pour parvenir à une solution du problème) que, tandis que l'ingénieur maritime, en faisant son projet, établit avec une bonne précision quelle sera la charge du navire, quelle vitesse il atteindra, quel degré de stabilité statique il possèdera, etc., il ne fait pas de calculs spéciaux en ce qui concerne la stabilité de plate-forme, c'est-à-dire la manière dont le bâtiment se comportera sur houle, et ne sait dire que ce que l'expérience des navires précédents lui a fait constater : c'est précisément ce qui arrivait autrefois pour des éléments aujourd'hui aisément calculables, tels que la capacité de transport, la vitesse, la stabilité statique, la durée de l'oscillation en eau calme, etc.

Avec l'apparition du *navipendule* (1900-1902), l'étude du problème prit une nouvelle voie, car, pour la première fois, elle put être transportée du domaine de l'analyse mathématique dans celui des déterminations expérimentales. Aujourd'hui, le bassin élastique reproduisant le mouvement de la houle qui fait l'objet de cet article, marque peut-être un nouveau progrès dans cette voie expérimentale qui a déjà été si fertile en précieux résultats dans les autres branches de l'architecture navale (résistance des carènes, propulsion, roulis en eau calme, etc.) Dans les expériences faites avec le navipendule, un pendule construit d'une façon spéciale représente le navire et, oscillant sur un plan de soutien, imite son roulis en eau



LE NAVI-PENDULE DU COLONEL RUSSO

Le navire est représenté par un pendule roulant fait d'une tige munie à chaque extrémité d'un poids dont la position peut être modifiée au moyen d'un collier à pression. Vers le milieu se trouve une pièce évidée fixée à la tige ; elle supporte deux lames dont le bord inférieur est taillé suivant une courbe dont la forme est fonction de celle de la carène considérée. Le navipendule ainsi composé est disposé sur une plaque bien dressée qui figure la mer, percée au milieu ; il repose par ses lames sur deux règles à rainures parfaitement droites et parallèles. Un taquet de bois D est fixé à la tige de l'appareil ; il est taillé, à la partie supérieure, suivant une certaine surface mn qui, pendant que roule le navipendule, frotte continuellement contre une sangle en cuir SS tendue au-dessus d'elle. La résistance ainsi opposée au mouvement oscillant représente l'ensemble des résistances que rencontre le navire dans le milieu où il roule et, dans ces conditions, et tant que la plaque de support est immobile et horizontale, l'appareil roule sous l'impulsion qu'on lui donne, comme le ferait en eau calme le navire qu'il représente.

calme ; au plan de soutien est communiqué mécaniquement un mouvement spécial destiné à figurer le mouvement de la houle. De cette façon, le pendule oscille avec les mêmes particularités de mouvements que le navire qui oscille du fait des vagues.

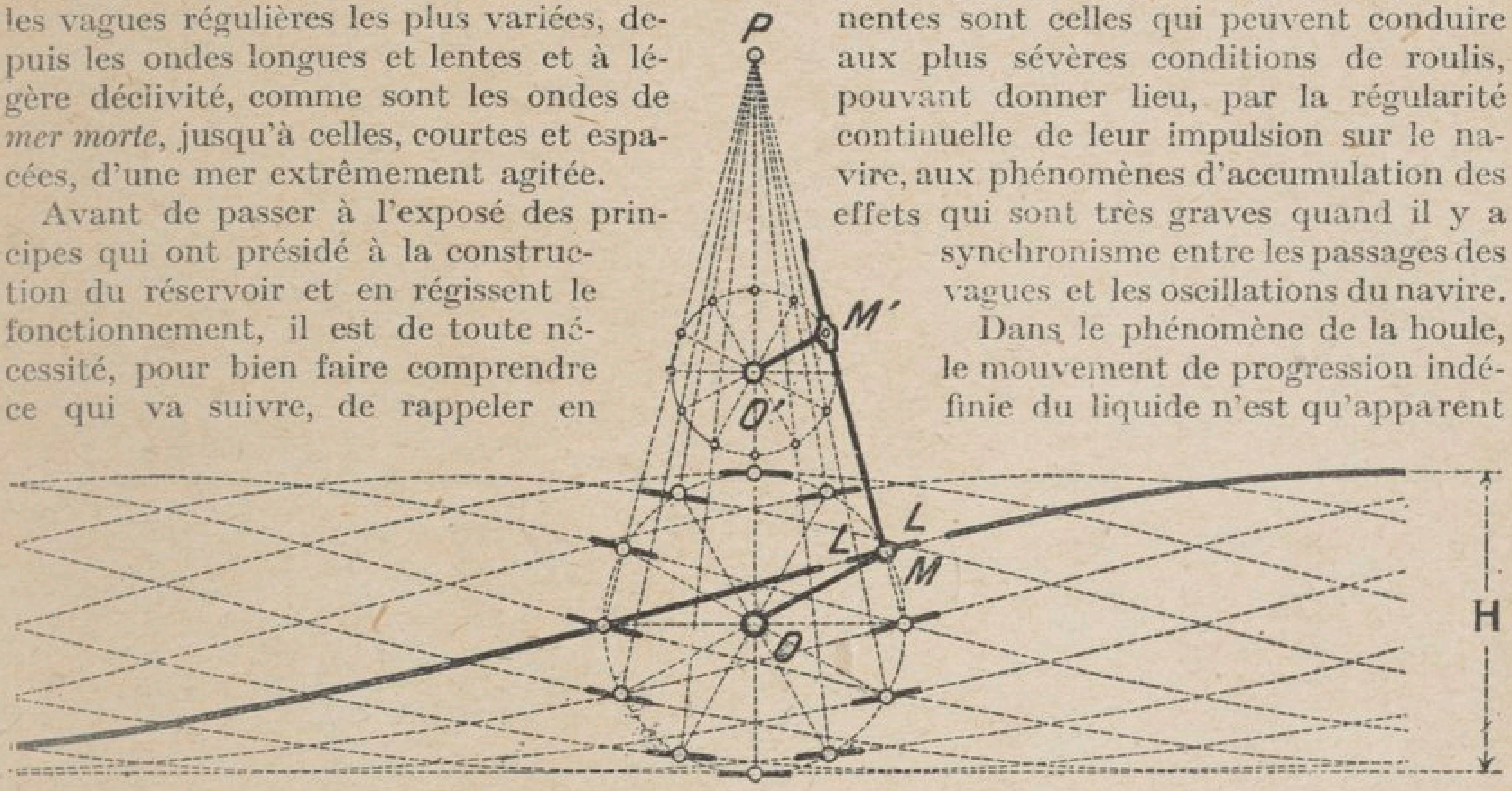
Au moyen du bassin reproduisant le mouvement de la houle, on fait quelque chose de plus : on met à la disposition de l'ingénieur, et dans sa propre salle d'études, un petit espace de mer dans lequel flotte un modèle réduit de navire et, dans cette mer en miniature, on reproduit à une petite échelle les vagues régulières les plus variées, depuis les ondes longues et lentes et à légère déclivité, comme sont les ondes de *mer morte*, jusqu'à celles, courtes et espacées, d'une mer extrêmement agitée.

Avant de passer à l'exposé des principes qui ont présidé à la construction du réservoir et en régissent le fonctionnement, il est de toute nécessité, pour bien faire comprendre ce qui va suivre, de rappeler en quelques mots ce qu'est la houle et quelle est exactement sa structure.

Rien n'est plus variable et compliqué qu'une mer agitée : inconstant en direction comme en intensité, le vent exerce sur les masses d'eau, qui se superposent et se heurtent en tous sens, une action irrégulière et variable qui concourt à maintenir l'état chaotique de la surface de la mer. Mais, quand le vent cesse et que, par suite, le liquide reste seulement soumis à la pesanteur et à ses propres forces d'inertie, les différentes ondulations se combinent ; leur forme devient plus simple, et il en naît ce que l'on nomme la *houle*, représentée par des larges sillons liquides à crêtes arrondies.

Les ingénieurs maritimes étudient la houle régulière à la manière des physiciens qui observent en acoustique, les sons élémentaires. Ils étudient ensuite le roulis des navires sur houle, plutôt que sur mer agitée irrégulière, non seulement parce que la mer agitée — par le fait même de son extrême variabilité — échappe aux calculs, mais aussi parce que les vagues régulières permanentes sont celles qui peuvent conduire aux plus sévères conditions de roulis, pouvant donner lieu, par la régularité continuelle de leur impulsion sur le navire, aux phénomènes d'accumulation des effets qui sont très graves quand il y a synchronisme entre les passages des vagues et les oscillations du navire.

Dans le phénomène de la houle, le mouvement de progression indéfinie du liquide n'est qu'apparent c'est-à-dire que la propagation du profil de la houle, qui constitue le trait le plus caractéristique du phénomène, n'est pas accompagnée d'une translation de la masse liquide. On observe aisément, en effet, qu'un corps léger flottant, loin de se déplacer avec la houle dans le sens de sa propagation apparente, demeure constamment dans la même région et qu'il est seulement animé d'un mouvement orbitaire autour d'un centre à peu près fixe contenu dans un plan vertical orienté dans le sens de la pro-



REPRÉSENTATION DU MÉCANISME IMPRIMANT AU NAVIPENDULE UN MOUVEMENT HOULEUX

Pour que le roulis du navipendule corresponde à celui du navire sur houle, il faut imprimer à la plaque soutenant l'appareil un mouvement qui reproduise en réduction celui d'une portion de la surface de la houle. On peut considérer ce mouvement comme identique à celui d'un petit radeau LL *flottant au passage d'une houle régulière et permanente. Le centre* M *de ce radeau décrit une orbite circulaire d'un diamètre égal à la hauteur de la houle. La normale au radeau* M *est constamment dirigée vers un certain point* P *qui se trouve sur la verticale passant par le point* O. *En examinant la figure, qui représente les diverses positions prises par le profil de la houle et par le radeau pendant la durée d'une révolution orbitaire, on peut imaginer le radeau soustrait à l'action de l'eau qui l'entoure et soutenu par des moyens mécaniques continuant à lui imprimer le mouvement produit par la houle. Le radeau considéré n'étant autre ici que la plaque d'appui du navipendule, voyons comment sont réalisés ces moyens mécaniques : la plaque* LL *est soutenue par un bras* OM *qui tourne avec une vitesse uniforme autour de l'axe* O *; elle est rendue solidaire d'une tige* MM' *qui représente la normale à la houle et agit comme un levier-guide pour régler les inclinaisons de la plaque. L'ensemble est rendu plus rigide par un second bras* O'M' *qui tourne autour de* O' *en se maintenant toujours parallèle au bras principal* OM. *Ainsi, la surface de roulement du navipendule occupe successivement toutes les positions reconnues d'abord au petit radeau observé dans une houle.*

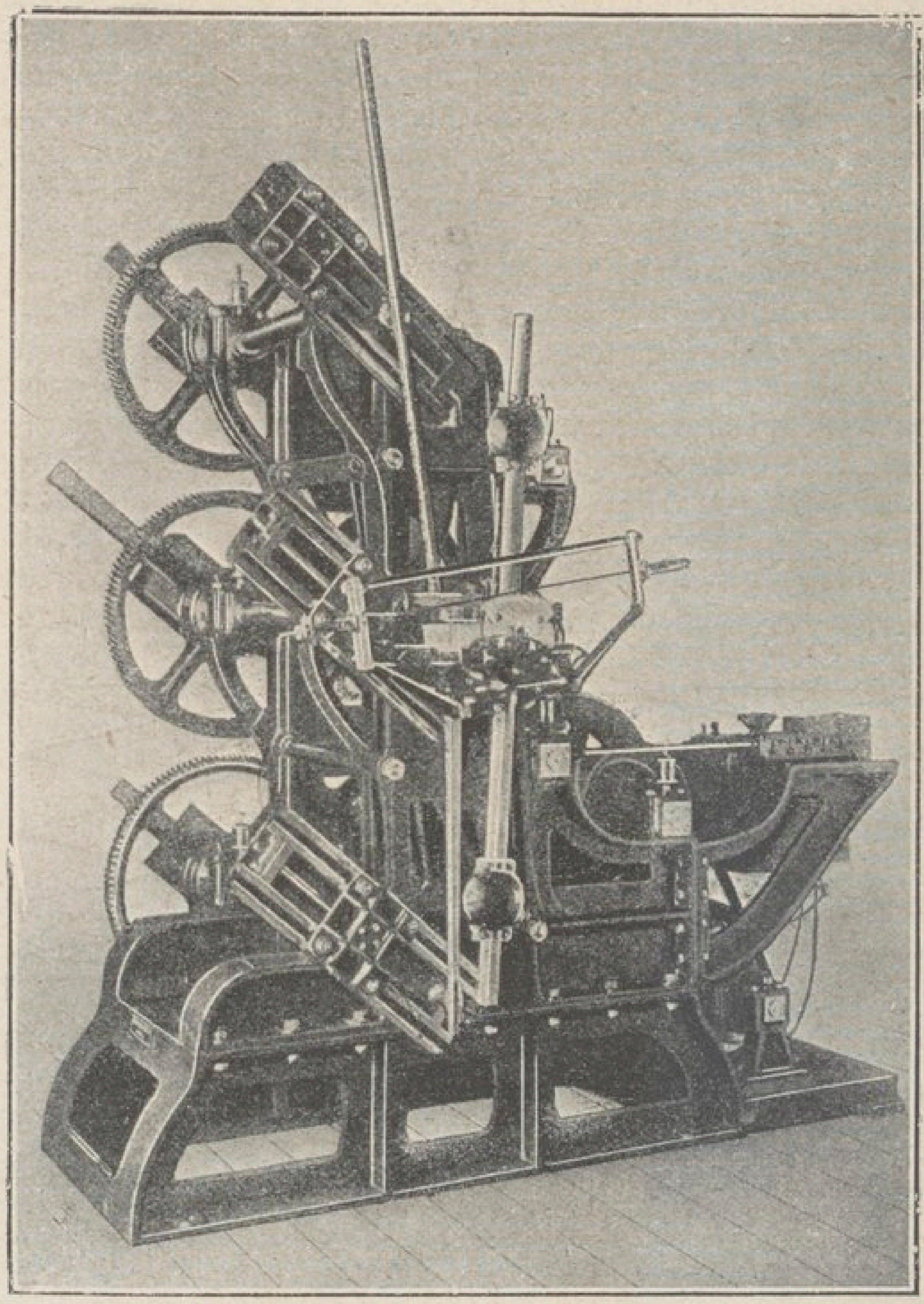
pagation du profil houleux. Si la houle donne l'impression de se déplacer c'est que son profil ondulé — qui représente une figure analogue à celle dessinée par une corde en vibration, figure dite *trochoïde* — change continuellement, les creux venant régulièrement se superposer aux crêtes et *vice versa*.

Mais l'agitation n'est pas seulement superficielle : un corps flottant entre deux eaux décrit également un mouvement orbitaire; seulement l'amplitude de cette orbite est moindre, car elle décroît avec la profondeur ; à 50 mètres au-dessous d'une vague de 3 mètres de haut, les oscillations ne sont plus que de 3 centimètres environ.

Ceci étant bien compris, considérons, dans une masse liquide au repos, un volume d'eau supposé limité par des surfaces planes assemblées de manière à représenter le parallélépipède *ABCDEFGH* (fig. 1 p. 443). Subdivisons alors ce solide imaginaire en cinq rangées superposées de chacune 12 petits prismes rectangles et supposons que les 78 points d'intersection des plans verticaux et horizontaux sur la face *ADHE* soient autant de particules ou de molécules d'eau au repos. Le but de notre hypothèse est de nous rendre compte des mouvements que ces particules ou molécules vont prendre dans une houle régulière.

Le vent s'élève, la surface de l'eau se crible de petits gouffres dont le nombre va continuellement croissant, offrant à l'air en mouvement de plus en plus de prise ; les molécules d'eau de la couche superficielle (première rangée supérieure horizontale) commencent, sous la poussée du vent, à décrire un mouvement orbitaire plus ou moins régulier qui va s'amplifiant. Ce mouvement n'est pas sans influencer la couche de molécules du dessous (deuxième rangée horizontale), puisque, pour s'exécuter, il doit les refouler ; à leur tour, elles entrent donc en danse, mais, se trouvant entre deux eaux, elles sont comprimées et ne peuvent, par suite, se mouvoir aussi librement : leurs orbites sont donc plus petites. L'agitation de la surface gagnant ainsi, de proche en proche, mais instantanément, en profondeur, les molécules des troisième, quatrième, cinquième et sixième couches participent au mouvement général, mais à un degré d'autant moindre qu'elles supportent un poids plus considérable d'eau.

Maintenant le vent est tombé, et nous savons que les mouvements désordonnés des

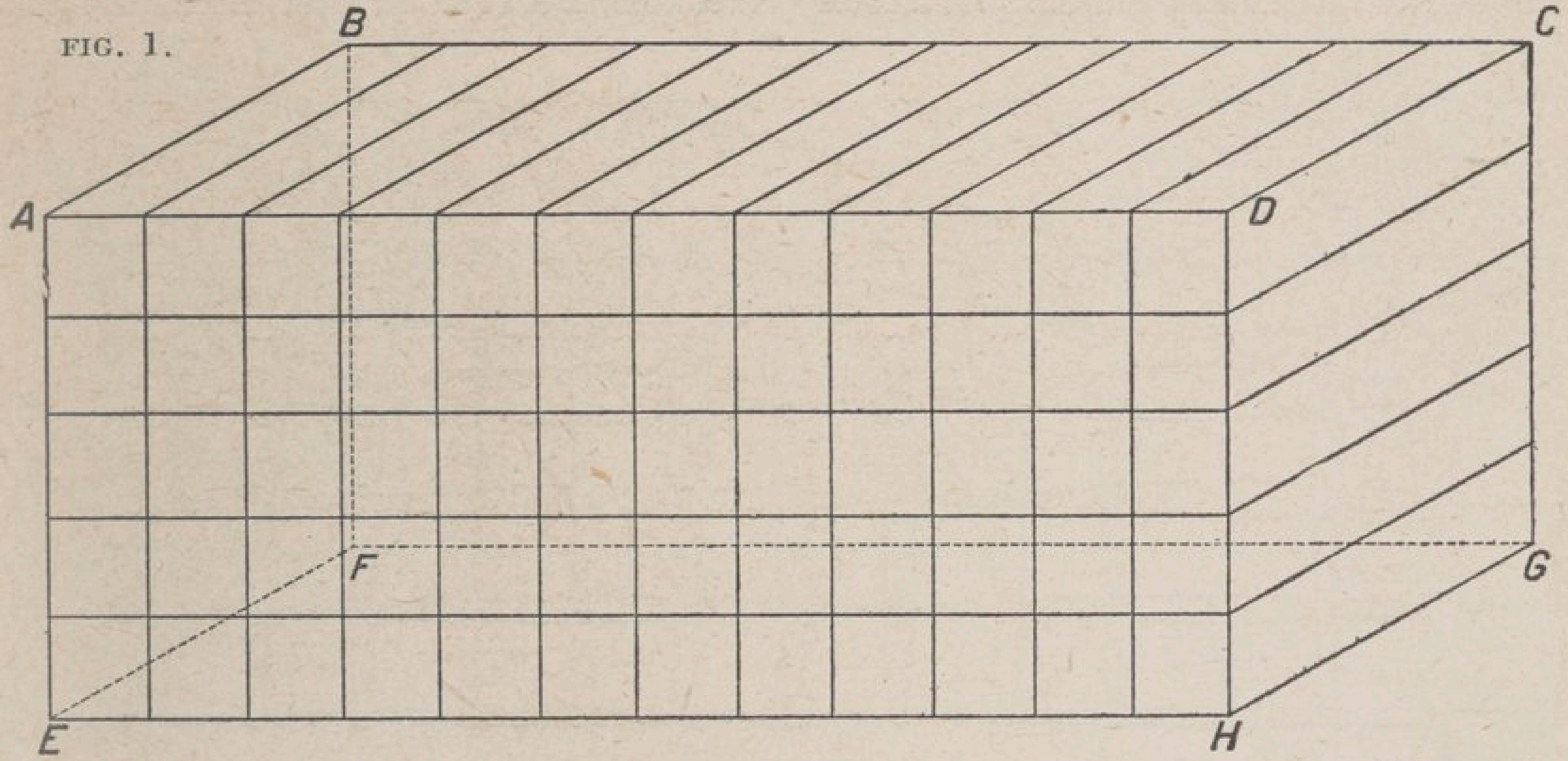


VUE D'ENSEMBLE DU NAVIPENDULE ET DE L'APPAREIL REPRODUISANT MÉCANIQUEMENT LA HOULE

On distingue au premier plan la tige du pendule avec ses deux poids, ses lames roulant sur la plate-forme d'appui et le taquet frottant sur la sangle. La grande tige portant la plaque représente la normale à la houle. Un moteur électrique fournit l'énergie nécessaire au mouvement, lequel est transmis par un système de trois roues dentées dont la vitesse de rotation, uniforme pour les trois, peut être ralentie ou augmentée dans de grandes limites de manière à faire varier à volonté l'amplitude et la période du mouvement houleux artificiel.

vagues se sont régularisés pour donner naissance à la houle. Les orbites décrites par les particules d'eau sont donc aussi de plus en plus régulières, à tel point que nous pouvons les représenter par des cercles dont le diamètre est le même dans chaque rangée ou couche, mais décroît avec la profondeur (fig. 2 p. 444). Si, maintenant, nous marquons par des points les positions relatives occupées au même instant par toutes les particules d'une même couche horizontale sur leurs orbites — à supposer que nous les connaissions — puis que nous joignions tous ces points par une ligne sinusoïdale, ou mieux trochoïdale, nous obtiendrons évidemment la représentation graphique du profil ondulé de la houle et des profils correspondant aux oscillations qui se manifestent dans la profondeur du volume d'eau considéré. Sur la figure 2, ces profils sont représentés par des lignes trochoïdales en trait plein. En fait, on ne connaît évidemment pas la position d'une molécule sur son orbite, puisqu'on ne saurait suivre une molécule donnée dans son mouvement, mais comme on sait : 1° que toute molécule superficielle est obligée de décrire une orbite de diamètre égal à la hauteur de la vague (comme il apparaît bien de la construction de la figure 2 — première couche horizontale), puisque, en haut de cette orbite, elle correspond au sommet de la crête et, en bas, au creux de la vague, et que, par suite, toutes les orbites ont la même amplitude que celle des oscillations correspondant aux diverses profondeurs ; 2° comme on connaît le rapport de l'amplitude des oscillations à la profondeur d'eau pour une vague de hauteur donnée, il n'est pas difficile de trouver et les diamètres des différentes orbites qu'il faut tracer, et les points par lesquels tous les profils trochoïdaux correspondant à la vague que l'on veut reproduire en réduction coupent ces orbites. Maintenant, il est évident que si nous représentons par d'autres points les positions diamétralement opposées des molécules liquides sur leurs orbites, puis que nous joignions, comme nous l'avons fait tout à l'heure, tous ces points dans chaque rangée horizontale, mais cette fois par des lignes pointillées, nous obtiendrons la représentation graphique des profils qui se substitueront aux premiers quand un creux aura succédé à la crête primitive.

FIG. 1.



VOLUME D'EAU ISOLÉ PAR LA PENSÉE D'UNE MASSE LIQUIDE ENVIRONNANTE ET COMPOSÉE DE 60 PRISMES RECTANGLES ÉGAUX, SUPERPOSÉS SUIVANT LE PARALLÉLÉLIPÈDE *ABCDEFGH*.

Les considérations, appuyées de la figure 2, qui précèdent, permettent de se rendre compte des modifications de forme prises par les plans horizontaux imaginaires dont nous avons coupé la profondeur de notre volume d'eau de forme parallélépipédique. Il n'est pas plus difficile de montrer graphiquement les variations de profil des plans imaginaires verticaux qui nous ont servi, avec les premiers, à subdiviser ledit volume en 60 prismes rectangles égaux. Il suffit pour cela de joindre verticalement tous les points correspondant aux lignes trochoïdales en trait plein et tous les points correspondant aux lignes trochoïdales en pointillés par des courbes pleines et pointillées. Nous constatons ainsi que ces plans oscillent autour de leur axe en se contournant, présentant tantôt un

profil concave, tantôt un profil convexe. Les surfaces limites et les plans de séparation horizontaux et verticaux ont donc pris tour à tour les formes reproduites sur les fig. 3 et 4, p. 445, en même temps que chacune des soixante masses liquides élémentaires prismatiques comprises entre tous les plans verticaux et horizontaux imaginaires a changé de forme sans présenter la moindre discontinuité et surtout sans se mélanger avec les masses d'eau voisines.

Mais, se référant au commencement de notre raisonnement, le lecteur pourrait se demander si, en réalité, dans la masse liquide reconduite finalement à l'état de repos, on retrouve les molécules d'eau dans les mêmes positions relatives qu'elles occupaient avant que commençât le mouvement houleux. Il n'en est évidemment pas ainsi car l'action du vent produit une agitation irrégulière et des translations des différentes masses d'eau. On ne doit pas non plus penser que nous avons donné une définition exacte de la formation de la houle, dont la genèse est encore aujourd'hui mystérieuse. Mais la structure de la houle *déjà formée* (il s'agit d'une houle simple, régulière et sans perturbation) ne peut pas s'éloigner beaucoup de celle que nous avons sommairement définie à l'aide de la théorie trochoïdale.

Ayant considéré la structure de la houle dans un volume d'eau isolé par la pensée d'une masse liquide, on est amené à présumer que les cinq surfaces limites imaginaires pourraient sans doute être matérialisées par cinq feuilles minces d'une matière élastique qui, prenant par suite de leur souplesse les différentes formes que nous avons reconnues aux surfaces imaginaires, permettraient au volume d'eau ainsi enfermé de continuer à participer d'une façon identique au mouvement régulier de la houle, si on le laissait plongé dans le liquide environnant.

Mais, poussant encore plus loin, on peut aller jusqu'à imaginer que, si, par un moyen quelconque, on pouvait faire prendre à ces cinq surfaces matérielles les mouvements et changements de forme qui leur sont alors communiqués par la houle, on arriverait sans doute, en sortant le réservoir spécial ainsi formé de la masse liquide ambiante, à conserver à l'eau qu'il retiendrait le mouvement houleux auquel elle participait précédemment. La théorie confirmant pleinement l'hypothèse, il n'y avait plus qu'à réaliser un appareil spécial qui s'en inspirât.

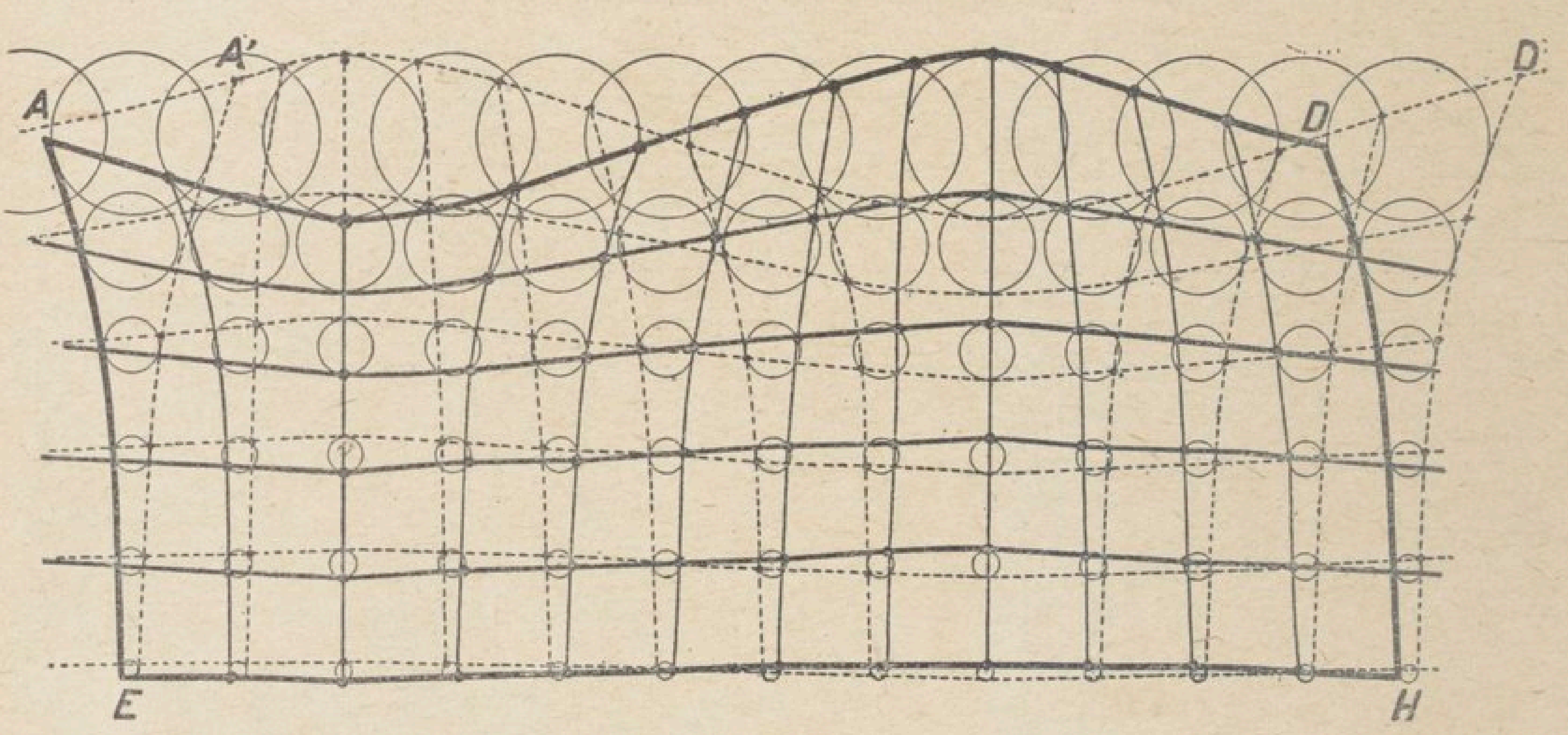


FIG. 2. — TRACÉS DES ORBITES DÉCRITES PAR LES POINTS D'INTERSECTION DES PLANS DE SÉPARATION HORIZONTAUX ET VERTICAUX SUBDIVISANT LE VOLUME D'EAU CONSIDÉRÉ, ET TRACÉS DES DIFFÉRENTS PROFILS HOULEUX CORRESPONDANT AUX DIVERSES PROFONDEURS

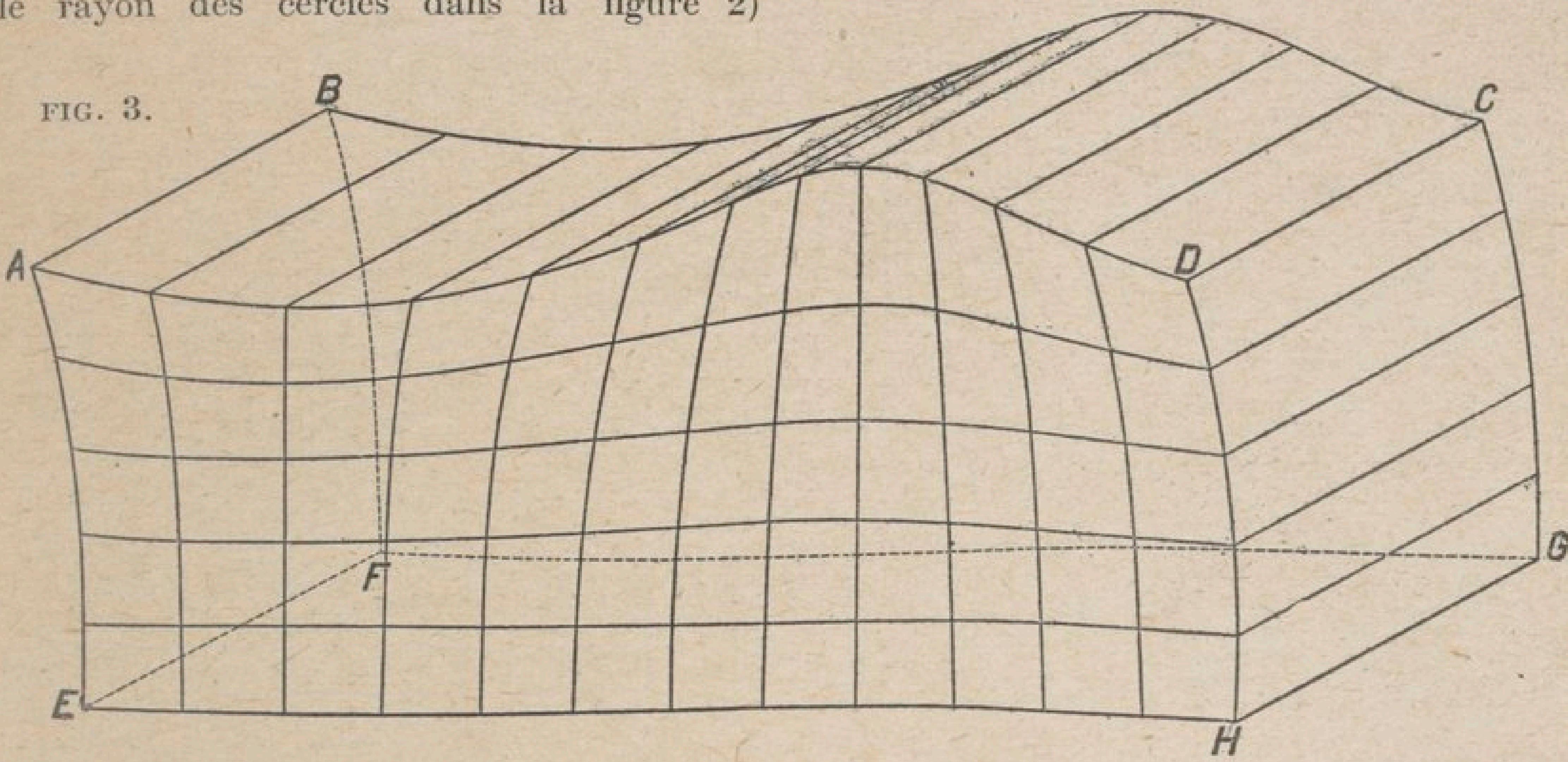
Pour la matière des parois, le caoutchouc se présenta tout naturellement à l'esprit. Un réservoir de 1 m. 40 × 1 m. × 0 m. 50 fut donc confectionné en cette substance. Ses grands côtés furent partagés en autant de lignes verticales et horizontales que les surfaces *ADHE*, *BCGF* de la figure 1 en contiennent elles-mêmes ; on a ainsi 78 points d'intersection, également espacés. En chacun de ces points (au nombre de 156 pour les deux grandes parois) est placée une « goupille à bouton » traversant la feuille de caoutchouc et reliée à un mécanisme l'obligeant à décrire une trajectoire orbitaire. Il y a donc 156 goupilles, lesquelles sont destinées à figurer les molécules d'eau considérées dans

la théorie géométrique de la houle. L'amplitude de leurs trajectoires (c'est-à-dire le rayon des cercles dans la figure 2) décroît graduellement du haut vers la base du réservoir, comme il a été montré que cela devait être, mais elle est, en outre, réglable à volonté dans de certaines limites, de manière à permettre de faire varier la hauteur de la houle produite. La vitesse avec laquelle les orbites sont décrites pouvant être également accélérée ou ralentie, la période de la houle produite est également variable. Il en est de même de la longueur de la houle, la longueur et la période étant liées entre elles par la loi bien connue qui veut que la période en secondes soit égale aux quatre cinquièmes de la racine carrée de la longueur. En fait, avec le réservoir de dimensions indiquées plus haut, les vagues engendrées peuvent varier en longueur de 0 m. 20 à 3 m. 60 et en hauteur, de zéro à 90 millimètres. Il va de soi que toutes les goupilles décrivent leurs orbites en parfait synchronisme de temps et exactement dans le même sens, qui est celui de la propagation apparente de la houle artificielle.

Le fond et les parois des petits côtés sont soutenus par une série de barres ou traverses rigides parallèles auxquelles il est communiqué un mouvement tournant ; on peut donc les assimiler chacune à une génératrice de cylindre en rotation ; l'amplitude du mouvement des barres latérales varie suivant les conditions de la loi déjà plusieurs fois mentionnée, puisque ces barres correspondent chacune à une profondeur différente.

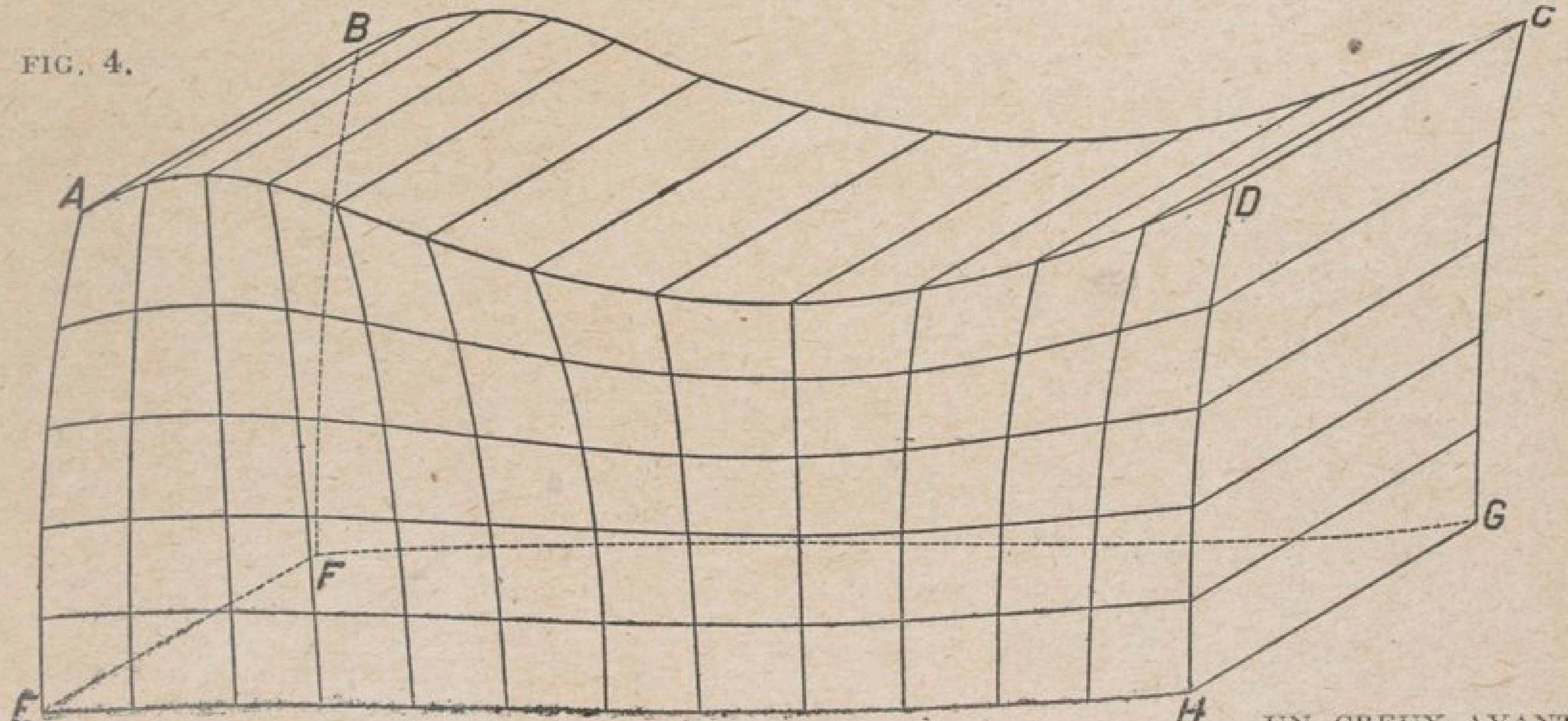
En définitive, le fond et les parois du bassin

FIG. 3.

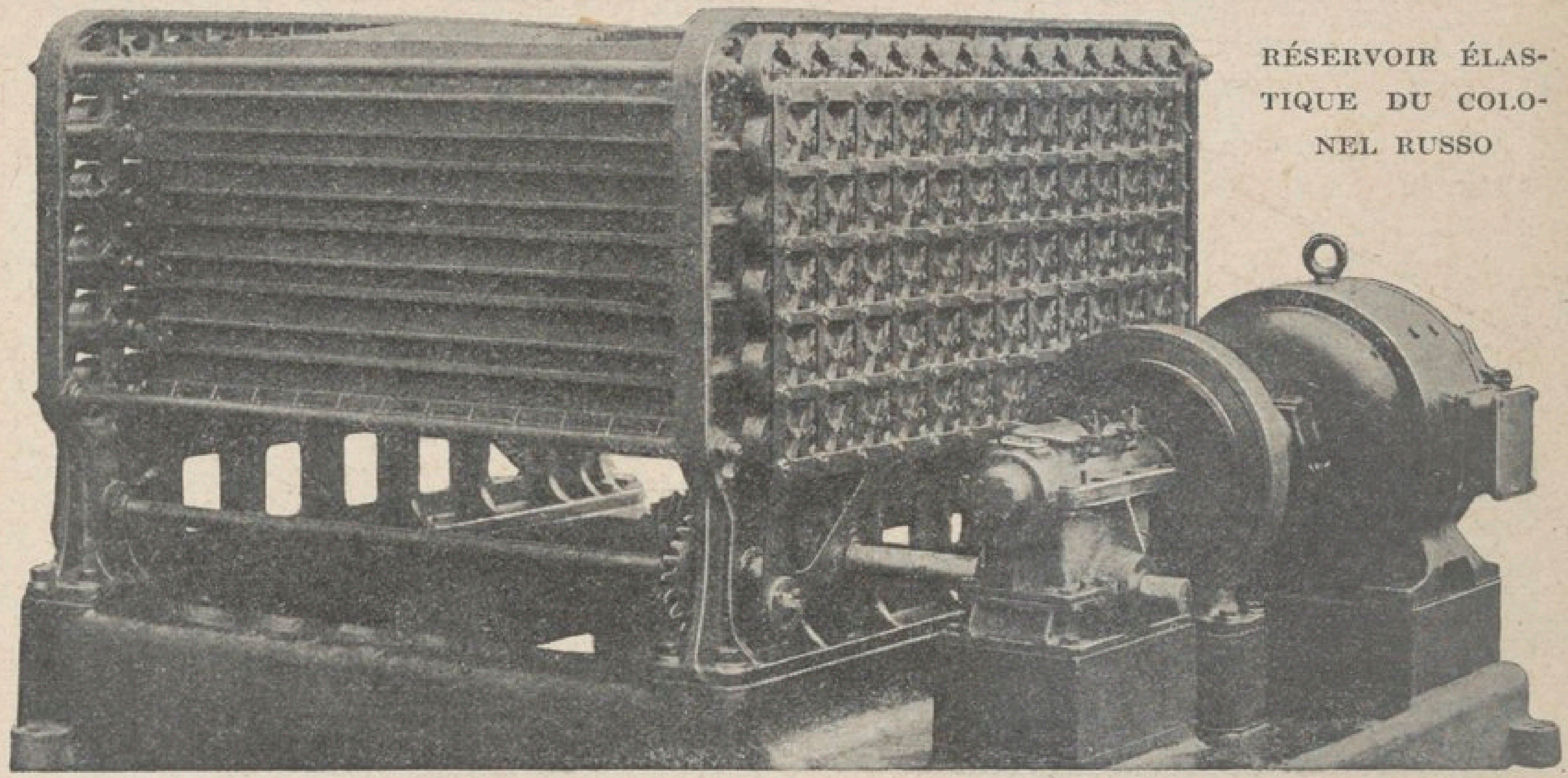


FORMES PRISES DURANT LA HOULE PAR LES SOIXANTE MASSES D'EAU ET LEURS SURFACES LIMITES

FIG. 4.



UN CREUX AYANT SUCCÉDÉ A LA CRÊTE PRIMITIVE, LES MOUVEMENTS ET LES FORMES SE SONT RENVERSSÉ



RÉSERVOIR ÉLASTIQUE DU COLONEL RUSSO

Les parois et le fond de ce bassin sont en caoutchouc. Ces surfaces élastiques sont déformées par des goupilles et des barres auxquelles un moteur électrique imprime un mouvement orbitaire circulaire qui a pour résultat de communiquer à la masse d'eau un mouvement houleux régulier.

subissent des déformations et des déplacements exactement calculés et correspondant à un mouvement ondulatoire qui se communique à la masse d'eau et reproduit fidèlement le profil de houle pour lequel les organes extérieurs ont été disposés. C'est ce que prouvent, de toute évidence, les photographies instantanées et celles cinématographiées reproduites dans cet article : la rangée supérieure de boutons, visible à l'intérieur du bassin, concorde toujours exactement avec le profil de la houle produite.

Il est à remarquer ici qu'un navire pouvant être représenté par un modèle correctement réduit, une vague de la mer peut aussi être représentée par une vague en réduction proportionnée. Naturellement, pour que le modèle et la vague soient eux-mêmes dans de justes proportions, il faut que les deux grandeurs qu'ils représentent soient réduites à la même échelle. Si le rapport des longueurs, des hauteurs, des profondeurs, etc., est de 1 à 100, le rapport des temps sera de 1 à 10 (la racine carrée de 100) ; par conséquent la durée d'une oscillation complète *(arc de roulis)* du modèle sera le dixième de la durée de l'oscillation complète du navire et la période de la houle miniature sera le dixième de la vraie.

Mais revenons à notre réservoir. On pourrait croire que pour imprimer aux goupilles et aux barres, qui, rappelons-le, doivent décrire des orbites de différents diamètres et intéressent cinq surfaces perpendiculaires entre elles, il faut plusieurs séries de mécanisme à commandes multiples et indépendantes ou, pour le moins, des jeux de transmission nombreux et compliqués. Il n'en est rien. *Un seul mouvement rotatif*, communiqué par l'arbre d'un moteur électrique, suffit à mettre à la fois le fond et les quatre parois verticales du réservoir en mouvement. Nous allons voir de quelle façon extrêmement simple — mais beaucoup plus difficile à expliquer — un tel résultat est obtenu.

Les goupilles sont coudées en forme de manivelle, et comme la longueur de leur bras est nécessairement fonction du rayon de l'orbite qu'elles doivent décrire, un dispositif mécanique très ingénieux permet de régler à volonté, pour chaque goupille, l'éloignement de celle-ci par rapport à son axe de rotation, c'est-à-dire ce qu'on peut appeler l'*excentricité* de la goupille.

Les centres de rotation des goupilles, et naturellement les axes des manivelles, au nombre de 78 sur un côté de la machine, sont également espacés l'un de l'autre, dans les deux sens, de 10 centimètres. Ces axes traversent un montant absolument fixe, parallèle au grand côté du réservoir. Il y a donc deux montants : ils sont assemblés par deux paires de tirefonds et boulonnés solidement, à leur pied, au bâti de la machine.

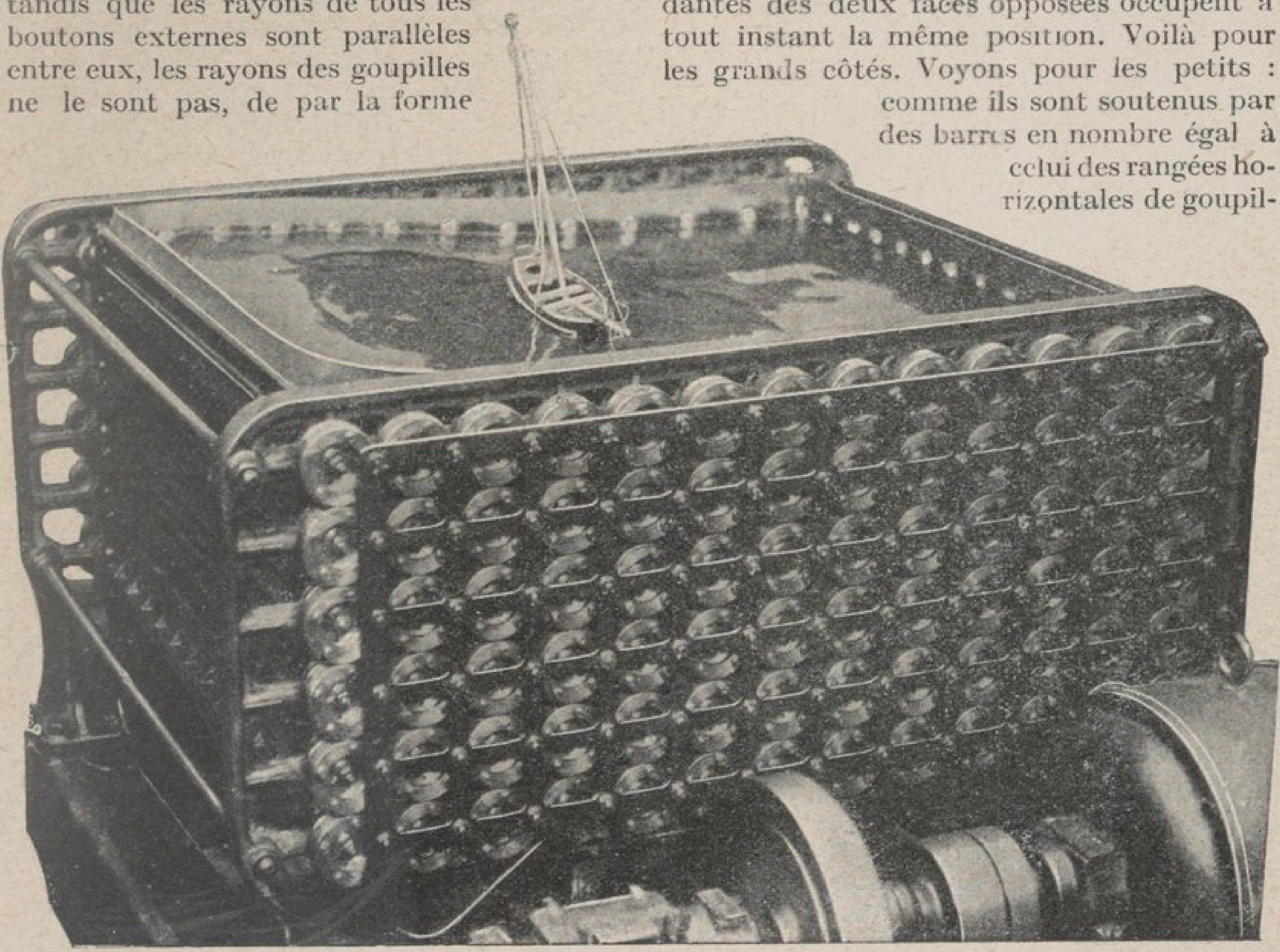
Du côté externe de chaque montant, une couronne, ou galet, est clavetée sur chaque axe de goupille. Toutes ces couronnes ont le même diamètre et portent chacune un bouton d'entraînement pivotant dans un trou percé dans un grand châssis rigide, rectangulaire, qui embrasse la totalité des boutons.

Nous avons vu plus haut que les 78 axes de manivelle sont uniformément espacés de 10 en 10 centimètres : il en est de même des boutons d'entraînement, par conséquent des trous percés dans le châssis.

En examinant de près cette disposition sur les photographies, on ne tarde pas à comprendre que, s'il est imprimé au châssis, au moyen d'arbres de transmission partant du moteur électrique, un mouvement orbitaire par rapport à un axe fixe perpendiculaire à sa surface, c'est-à-dire un mouvement tel que le châssis demeure toujours parallèle à lui-même, tous ses points décriront des cercles de rayon constant. Le châssis, à son tour, met en mouvement les manivelles des goupilles, et chacune de ces dernières décrit une trajectoire circulaire dont l'amplitude varie en fonction de l'*excentricité*.

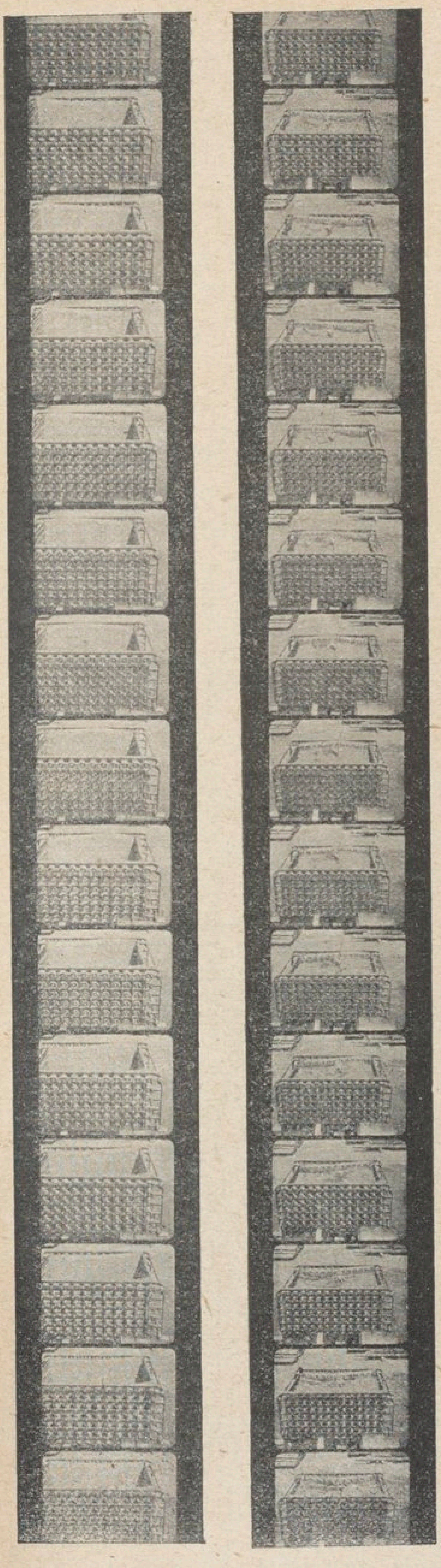
Il est à remarquer que l'excentricité n'est pas le seul élément qui doit être réglé en accord avec la théorie. On doit régler aussi l'*angle de calage*, c'est-à-dire l'angle que le rayon passant par l'axe du bouton d'entraînement fait avec le rayon passant par l'axe de la goupille correspondante ; en effet, tandis que les rayons de tous les boutons externes sont parallèles entre eux, les rayons des goupilles ne le sont pas, de par la forme même des profils ondulatoires à engendrer et comme il apparaît bien de l'examen de la figure 2. A ce propos, nous dirons tout de suite que, quelle que soit la houle pour laquelle l'appareil est réglé, les *excentricités* sont toujours égales pour les goupilles de chaque rangée horizontale, mais décroissantes d'une rangée à l'autre, à partir du haut du réservoir. Réciproquement, les *angles de calage* sont égaux pour les goupilles de chaque rangée verticale, mais ils sont variables d'une rangée verticale à l'autre.

Sans entrer dans les petits détails de construction, il faut toutefois ajouter que chacune des nombreuses couronnes (ou galets) visibles entre le châssis et le montant, contient le mécanisme permettant de régler de l'extérieur soit l'excentricité, soit l'angle de calage de la goupille qui se trouve de l'autre côté du montant. Il va sans dire que les dispositifs mentionnés pour le côté antérieur sont reproduits symétriquement du côté opposé : les deux châssis sont animés du même mouvement orbitaire, simultanément et parallèlement, de sorte que lorsque l'appareil fonctionne, les goupilles correspondantes des deux faces opposées occupent à tout instant la même position. Voilà pour les grands côtés. Voyons pour les petits : comme ils sont soutenus par des barres en nombre égal à celui des rangées horizontales de goupil-



LE ROULIS SUR HOULE ARTIFICIELLE EXPÉRIMENTÉ AVEC UN PETIT MODÈLE DE NAVIRE

On aperçoit nettement, au premier plan, le chassis en damier du grand côté antérieur du réservoir et les boutons d'entrainement des goupilles qui traversent ce châssis et sont boulonnés sur sa face externe.



EN COMPARANT LES IMAGES DES FILMS DE GAUCHE ET DE DROITE, QUI REPRÉSENTENT LE RÉSERVOIR EN FONCTIONNEMENT, A VIDE ET PLEIN, ON VOIT QUE LE PROFIL DE LA HOULE SUIT TOUJOURS LE TRACÉ DE LA LIGNE SUPÉRIEURE DE BOUTONS

les, il a suffi, pour assurer leurs mouvements de relier les barres par chaque bout aux goupilles d'extrémité de toutes les rangées.

Reste le fond ; les barres sur lesquelles il repose sont reliées de la même manière mais aux goupilles de la rangée inférieure de chaque grand côté. Il leur est donc aussi communiqué un mouvement orbitaire synchrone contenu dans un plan parallèle à ceux de toutes les autres orbites. Ainsi sont réalisées, à l'aide d'un seul mouvement rotatif et à la fois pour les parois et le fond du réservoir élastique, toutes les variations de forme nécessaires à la très curieuse production artificielle du phénomène de la houle.

L'appareil a été construit par l'établissement Ansaldo, de Cornigliano Ligure, dirigé par l'ingénieur Cav.-V. Locarni. Il fut expérimenté pour la première fois en février dernier et se trouve maintenant à l'arsenal de La Spezzia. On est en droit pourtant de se demander si le caoutchouc des parois des grands côtés résisterait longtemps à l'étirage incessant auquel il est soumis par les goupilles en mouvement, étirage qui semble devoir lui faire perdre rapidement son élasticité, mais, en réalité, les distensions et les contractions sont loin de produire une fatigue aussi grande qu'on pourrait le craindre, car (et c'est encore la théorie trochoïdale qui éclaircit la question) pour un élément de surface quelconque, par exemple pour celui compris entre quatre goupilles, la distension dans le sens de la longueur est compensée par la contraction dans le sens de la hauteur, et *vice versa*. En d'autres termes, l'aire de cet élément reste sans changement, et par conséquent l'épaisseur de la paroi de caoutchouc ne varie pas, la tension moyenne restant celle, initiale, destinée à résister à la pression du liquide.

Un bassin, où se créeraient et règleraient à volonté des vagues régulières de différentes grandeurs, réduites à une échelle convenable, ne servirait pas seulement à la démonstration directe de la structure et des particularités de la houle (la vérification en est, du reste, donnée par le petit bassin qui vient d'être décrit), mais fournirait aussi les moyens d'étudier pratiquement et de réaliser sur modèles réduits la tenue en mer d'un navire avant qu'il soit mis en chantier.

En attendant, le petit bassin existant à l'arsenal de La Spezzia représente déjà quelque chose de plus que la simple indication que le problème du roulis et des formes des navires peut être résolu d'une façon pratique.

G. Russo,
Ingénieur du Génie naval italien.

LES ACIDES INDUSTRIELS ET LA GUERRE

Par Charles LORDIER

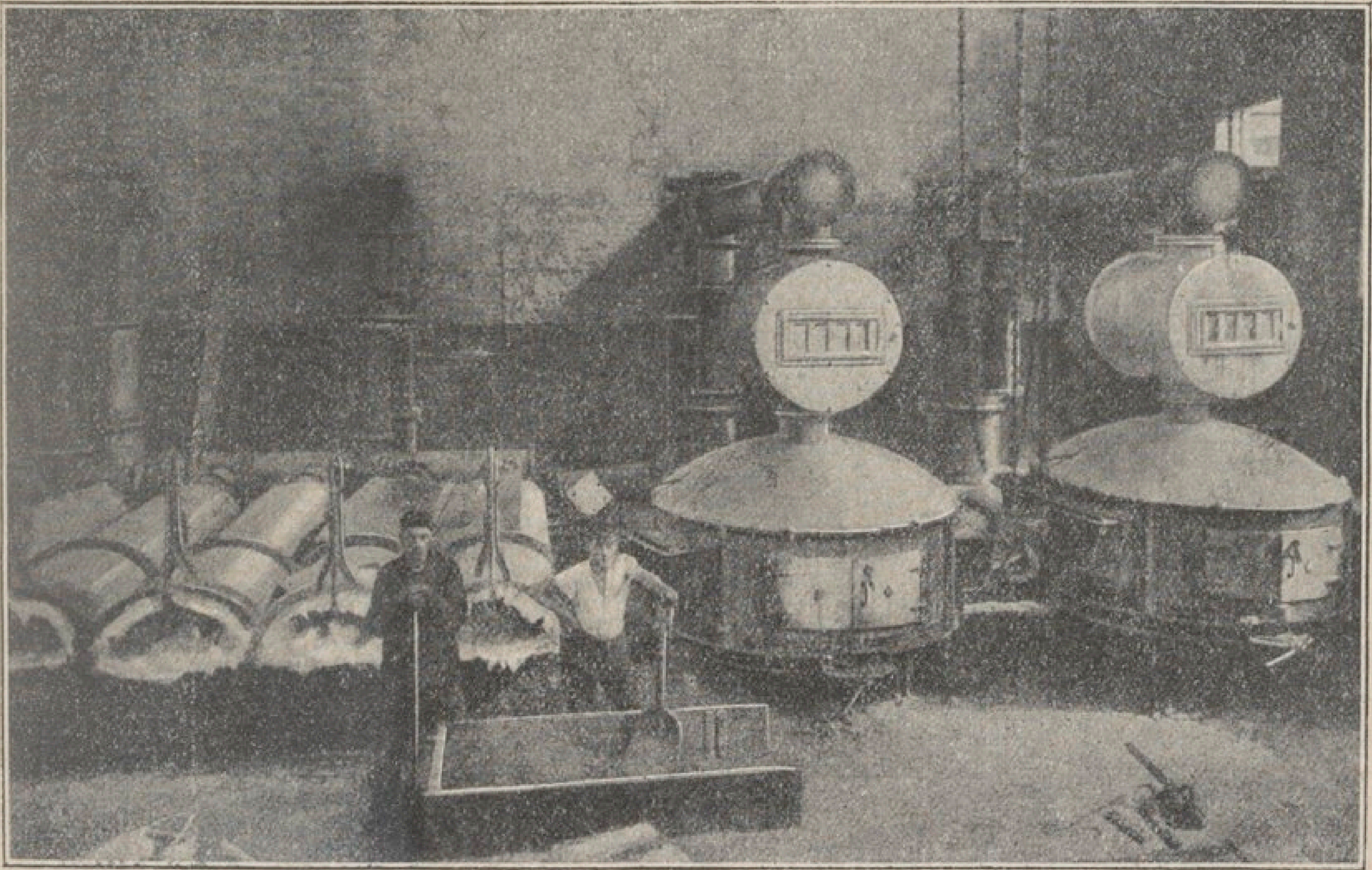
INGÉNIEUR CIVIL DES MINES

En temps de paix, l'acide sulfurique est indispensable dans la fabrication du sulfate de soude, de l'acide chlorhydrique, des superphosphates de chaux ; il sert également dans la métallurgie, dans le tannage des peaux, etc., et l'on en fabrique en France environ un million de tonnes par an. Parmi les usages de l'acide nitrique ou azotique, citons la fabrication de l'acide sulfurique, de la nitrobenzine et de l'aniline, le décapage des métaux, la gravure sur cuivre. Quant à l'acide picrique, il a surtout une importance considérable en teinture.

Ces trois acides sont également la base de la fabrication des explosifs et leur préparation a pris depuis deux ans un développement sans cesse grandissant.

L'acide sulfurique réclamé par le service des poudreries est l'acide concentré à 66° Baumé, ainsi que l'*oleum*, qui sert, en particulier, pour certaines nitrations et surtout pour les sulfonations de l'acide fumant.

Pour obtenir l'acide sulfurique, on oxyde, dans des appareils spéciaux, l'acide sulfureux gazeux produit en brûlant dans des fours diverses substances minérales contenant du soufre, telles que le soufre natif ou les pyrites de fer, ainsi que les sulfures de zinc appelés blendes. La pyrite, une fois allumée, continue à brûler d'elle-même, tandis que la blende exige l'installation d'un foyer spécial qui amorce et complète sa combustion. Les minerais en gros morceaux peuvent être brûlés dans des fours à roche, tandis que les minerais en petits fragments et les menus sont grillés dans des fours à étages, système Maletra. Dans ces deux catégories de fours, le combustible est intro-



FOURS POUR LA PRODUCTION DE L'ACIDE SULFUREUX PAR BRULAGE DU SOUFRE

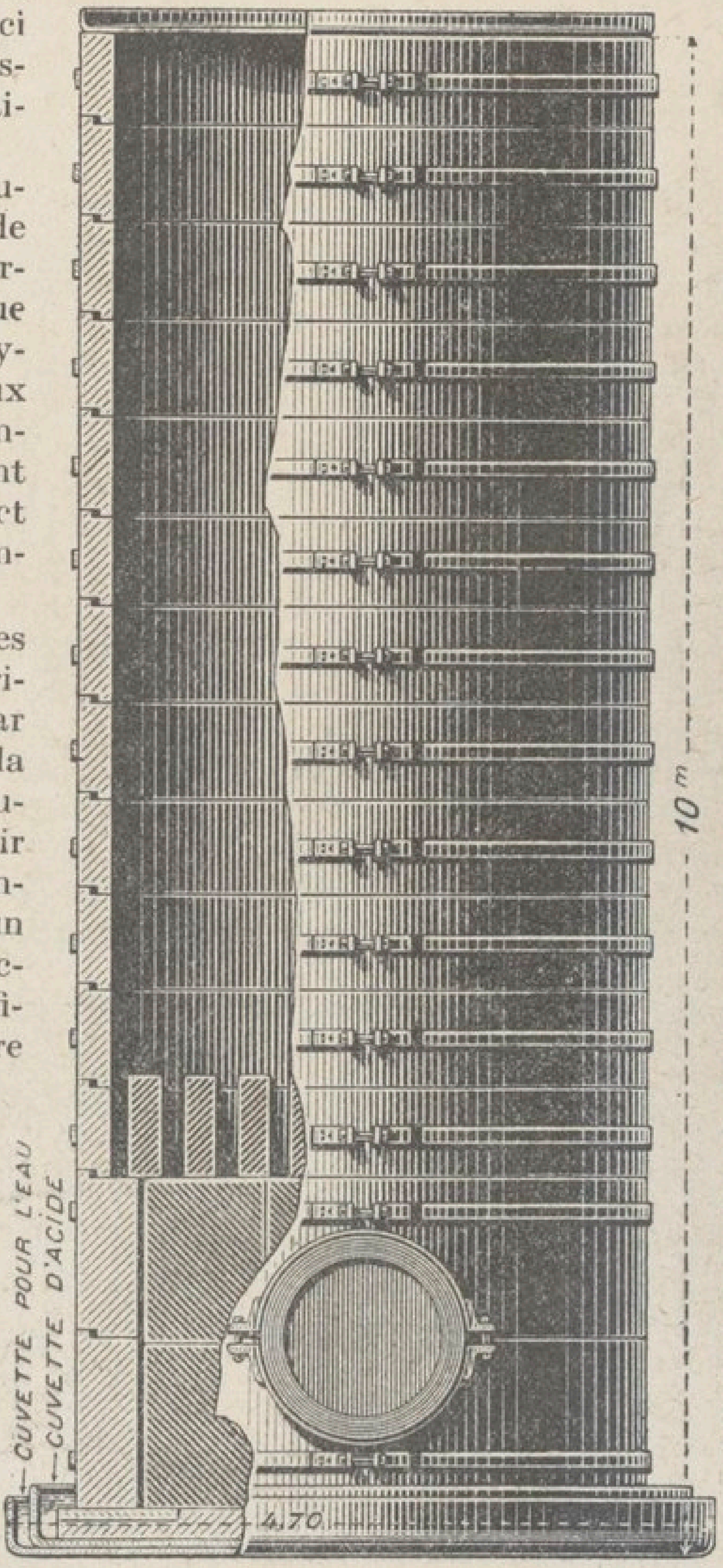
duit, déplacé et évacué à bras d'homme, tandis que dans les fours purement mécaniques, ces opérations ont lieu par l'intermédiaire de divers dispositifs rotatifs.

Les poussières produites par la combustion et par le brassage du combustible étant un inconvénient pour la fabrication, on les extrait du courant gazeux en faisant passer celui-ci dans des chambres à poussières en maçonnerie, faisant suite aux fours.

Une fois l'acide sulfureux obtenu, il s'agit de l'oxyder pour le transformer en acide sulfurique concentré et même anhydre ou oleum. Les deux méthodes générales employées à cet effet sont le procédé dit par contact et la méthode des chambres de plomb.

Le fonctionnement des appareils servant à fabriquer l'acide sulfurique par contact est basé sur la propriété que le gaz sulfureux et l'oxygène de l'air secs possèdent de se combiner en présence d'un corps poreux et sous l'action d'une élévation suffisante de la température (300° environ). Le corps poreux joue dans l'opération un rôle assez peu connu, caractérisé par un phénomène inexpliqué appelé *catalyse.*

Parmi les substances aptes à servir de catalyseurs, c'est-à-dire à favoriser la transformation de l'acide sulfureux en acide sulfurique, la meilleure est la mousse de platine ou mieux l'amiante platinée. L'acide sulfureux gazeux doit être soigneusement débarrassé avant traitement de toutes ses impuretés et de ses poussières par des jets de vapeur qui transforment en boue les poussières solides. La fabrication de l'acide concentré au moyen du procédé par contact est moins coûteuse que l'emploi des chambres de plomb avec les concentrations complémentaires. Mais l'ancien procédé a été l'objet d'heureux perfectionnements et fournit la plus grande partie d'acide sulfurique consommé en France, même pour les explosifs. Cependant, certaines poudreries se sont annexé d'importantes usines dont le fonctionnement est fondé sur la méthode par contact.



TOUR DE GLOVER POUR LE TRAITEMENT DE L'ACIDE SULFUREUX

Le procédé des chambres de plomb consiste à oxyder l'acide sulfureux par l'introduction, dans le gaz mélangé à une quantité convenable d'air, d'une quantité appropriée d'eau et de produits nitreux provenant en grande partie du nitrate de soude ou de l'acide nitrique.

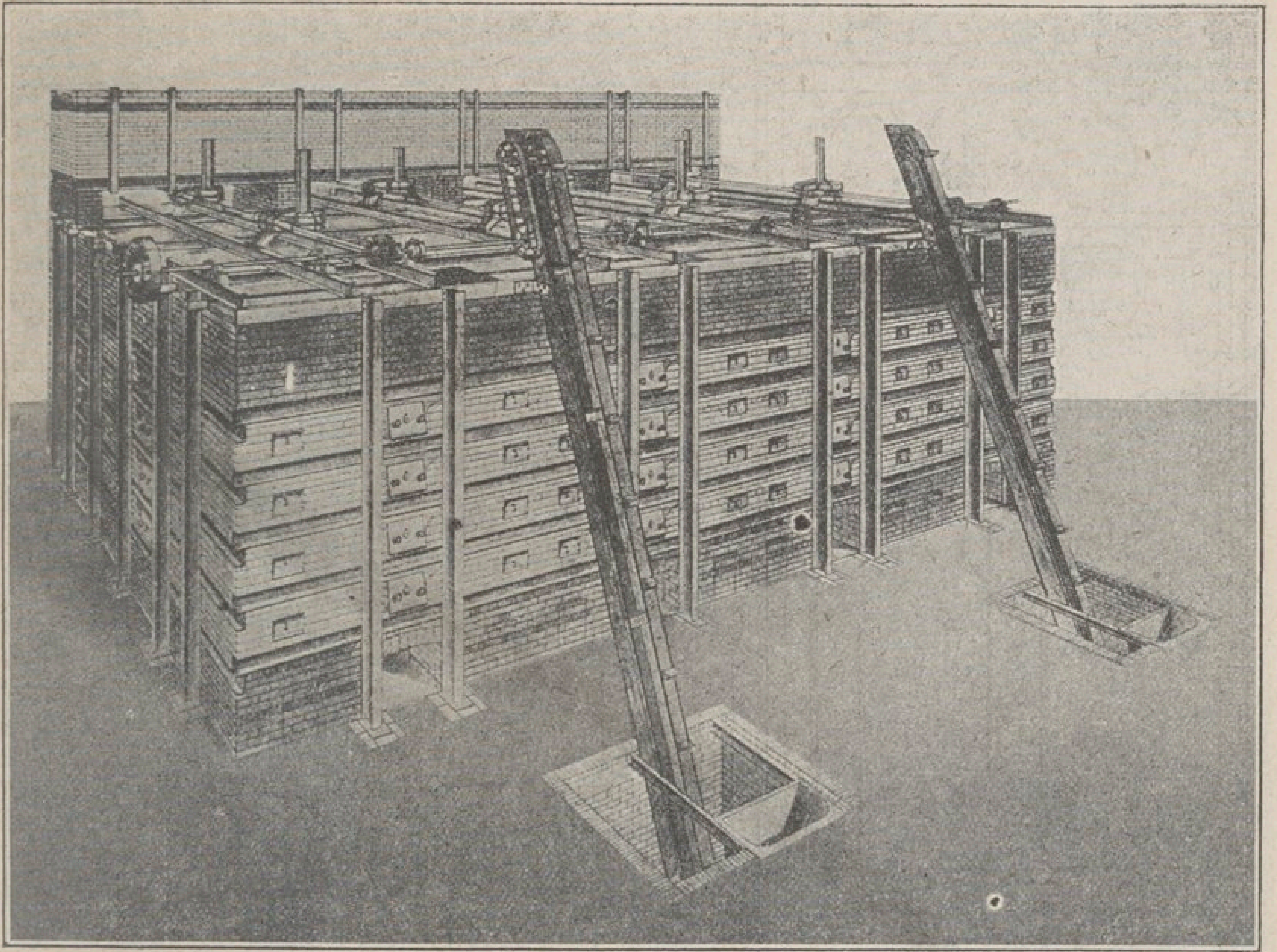
On a pu réaliser des appareils à marche intensive produisant par jour une moyenne de 8 kilogrammes par mètre cube de chambre, tandis que les appareils à marche plus lente ne pouvaient guère fournir plus de 3 à 4 kilogrammes par mètre cube de chambre et par jour.

Au sortir des fours de grillage, ou des chambres à poussières, l'acide sulfureux gazeux est à une température relativement élevée. On utilise cette circonstance pour vaporiser dans le courant de gaz des produits nitreux obtenus par la décomposition du nitrate de soude au moyen de l'acide sulfurique. Ces deux éléments sont introduits de l'extérieur, à intervalles réglés, dans des cuvettes en fonte. Ces récipients sont suspendus au sein du courant gazeux dans un compartiment en maçonnerie faisant partie de la chambre à poussières ou placé à sa suite. Ces produits nitreux, destinés à réagir avec les gaz provenant des fours spéciaux doivent théoriquement se récupérer en entier.

L'opération donne lieu à des pertes pratiques inévitables, mais que l'habileté des opérateurs peut réduire à un minimum très faible. Au sortir de la chambre à poussières

et du compartiment à nitrate, les gaz traversent successivement une tour dite de Glover, un certain nombre de chambres de plomb et enfin deux tours de Gay-Lussac.

La haute température des gaz sulfureux à leur entrée dans la tour de Glover permet d'y opérer la nitration de ces gaz quand l'installation ne comporte pas de chambre à nitrate. Au sommet de la tour, on introduit de l'acide nitrique ainsi que l'acide sortant des tours de Gay-Lussac. Ce dernier acide où circule l'acide d'irrigation chargé de produits nitreux récupérés. L'acide nitrique pénètre dans la tour par une ouverture spéciale. La tour de Glover remplit quatre fonctions caractéristiques, à savoir : 1° la dénitration de l'acide sulfurique sortant des tours de Gay-Lussac qui ramène les produits nitreux dans le courant gazeux ; 2° la concentration de cet acide sulfurique introduit au sommet avec les produits nitreux ; 3° le refroidissement des gaz sulfureux qu'il est



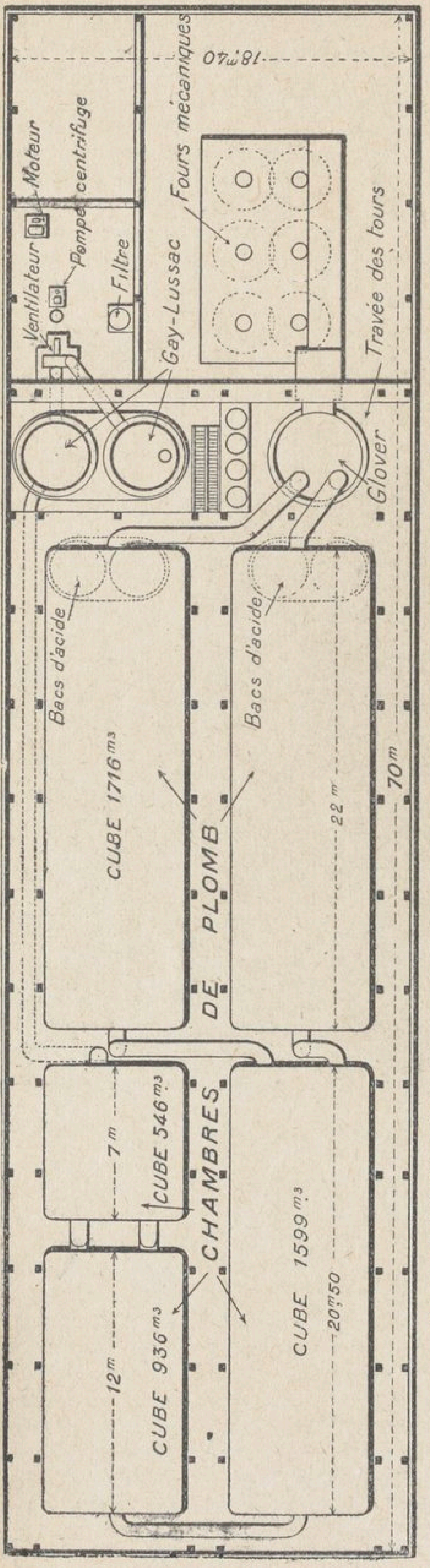
FOUR MALETRA POUR LA PRÉPARATION DE L'ACIDE SULFUREUX PAR LE GRILLAGE DES PYRITES

est chargé des produits nitreux que l'on récupère par ce moyen et que l'on réclame ainsi dans la circulation du courant de gaz.

Etant donné la température élevée des gaz et leur action corrosive, les tours de Glover sont actuellement construites en lave de Volvic, avec ou sans revêtement de plomb. La tour repose sur deux cuvettes de plomb dont l'une est réservée à l'eau de refroidissement ; l'autre, destinée à recevoir l'acide qui s'écoule à la base, est en plomb de très forte épaisseur.

La partie supérieure de la tour, dénommée « ciel », est également en plomb et comporte un système de rigoles de distribution ainsi possible d'introduire sans inconvénient dans les chambres de plomb ; 4° une certaine production initiale d'acide sulfurique.

L'acide chargé de produits nitreux provenant du sommet de la tour ruisselle à travers un remplissage ordinairement constitué par des assises superposées de briques spéciales résistant aux acides. Les gaz remontant au travers de ce remplissage prennent ainsi contact avec la surface de ruissellement de l'acide chargé des composés nitreux. A une certaine hauteur de la tour, existe une région où se réalise plus ou moins parfaitement l'équilibre des conditions favorables à la naissance de l'acide sulfurique,



PLAN AU 1/200e D'UNE GRANDE USINE MODERNE POUR LA FABRICATION DE L'ACIDE SULFURIQUE

L'acide sulfureux provenant des fours mécaniques placés à droite traverse la tour de Glover puis circule successivement dans les cinq chambres de plomb avant de pénétrer dans les appareils de Gay-Lussac d'où il sort sous forme d'acide sulfurique.

L'acide produit, ainsi que l'acide concentré et dénitré, s'écoule vers la base du glover dans un système de réfrigérants ordinairement précédés d'un bac de dépôt. On obtient également ainsi la décantation des boues dont l'acide se charge en traversant le glover.

L'acide refroidi, recueilli dans des bacs, sert à l'irrigation des tours de Gay-Lussac.

Au sortir du glover, les gaz, amenés par une tuyauterie de grand diamètre, pénètrent dans les chambres de plomb qui constituent l'organe essentiel d'une fabrique d'acide sulfurique. Là s'élabore la presque totalité de la production, car le glover ne fournit qu'une quantité d'acide presque négligeable.

Les chambres perfectionnées permettent d'obtenir un acide aussi concentré que possible, tout en réduisant au minimum l'usure du plomb. Les gaz, amenés à une température suffisamment basse, occupent un faible volume, ce qui augmente fortement le rendement par mètre cube de chambre.

Dans le système dû à F. Benker, afin d'abaisser brusquement la température des gaz au sortir du glover, on les introduit simultanément dans les deux premières chambres et ils se trouvent ainsi énergiquement refroidis par suite de leur brusque détente dans un volume considérable.

D'autre part, l'eau nécessaire à la réaction et à la détermination du degré de l'acide est introduite non plus sous la forme de vapeur, mais à basse température au moyen d'un pulvérisateur. C'est grâce à ce perfectionnement que le procédé des chambres a pu être intensifié au point de pouvoir concurrencer victorieusement la méthode par contact. La suppression de la vapeur entraîne une économie considérable de combustible ainsi que l'élimination des chaudières et des bâtiments qui les abritent.

L'eau froide, soigneusement filtrée, arrive sous pression au-dessus des chambres de plomb d'où une tuyauterie intelligemment aménagée l'amène à une série de pulvérisateurs en platine iridié, méthodiquement répartis en différents points du « ciel ».

Le pulvérisateur écrase le mince filet d'eau qu'il laisse passer et projette ainsi une fine poussière liquide qui prend un contact intime avec les gaz sulfureux chargés de produits nitreux et avec l'oxygène nécessaire à leur oxydation. Les gaz traversent simultanément les deux premières chambres de plomb et parcourent ensuite consécutivement les dernières qui communiquent entre elles par des tuyauteries spéciales.

Les chambres sont, en général, de forme prismatique ou cylindrique ; le « ciel »

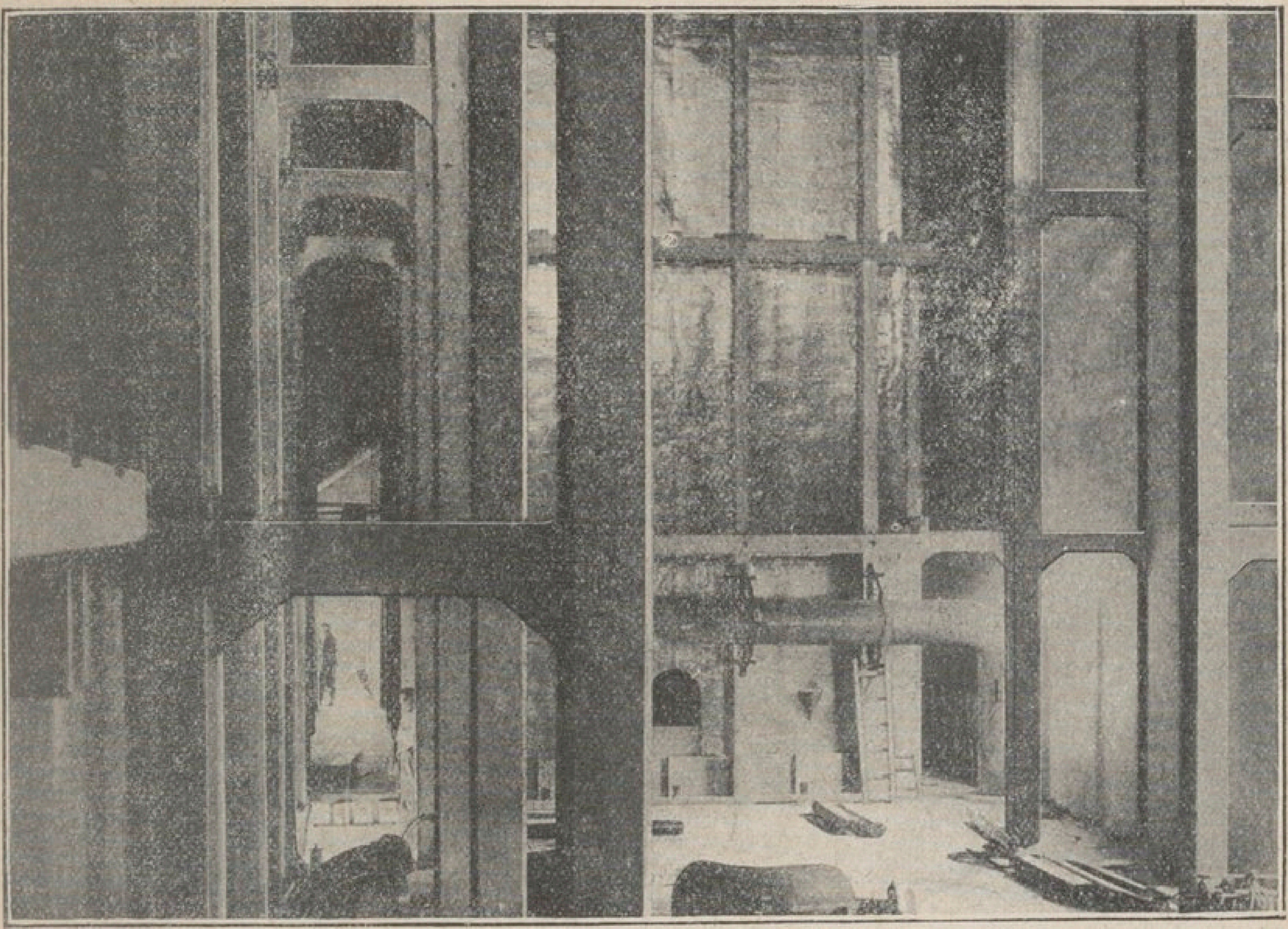
souvent constitué par un demi-cylindre, est supporté par un système de suspension comportant des attaches en plomb, des armatures de fer et un solivage qui se construit généralement en bois.

Les parois des chambres, formées de feuilles de plomb soudées ensemble, sont suspendues, par un système d'attaches en plomb et d'armatures métalliques, à des poteaux verticaux reposant sur un plancher de bois. Le bâtiment qui abrite le tout est

intérieure des chambres ainsi que sur la pression et la composition de leur atmosphère.

Au sortir des chambres de plomb, les gaz doivent être exempts de produits sulfureux et ne contenir que des composés nitreux, de l'air et de la vapeur d'eau.

Pour recueillir et réoxyder les produits nitreux contenus dans le courant gazeux, on fait passer ce dernier dans deux tours de Gay-Lussac. Chacun de ces appareils est constitué par un cylindre de plomb de grand



INTÉRIEUR D'UNE CHAMBRE DE PLOMB EN CONSTRUCTION

L'emploi du ciment armé permet de donner aux chambres de plomb modernes de vastes dimensions tout en assurant des appuis extrêmement solides aux lourdes parois métalliques qu'il s'agit de supporter.

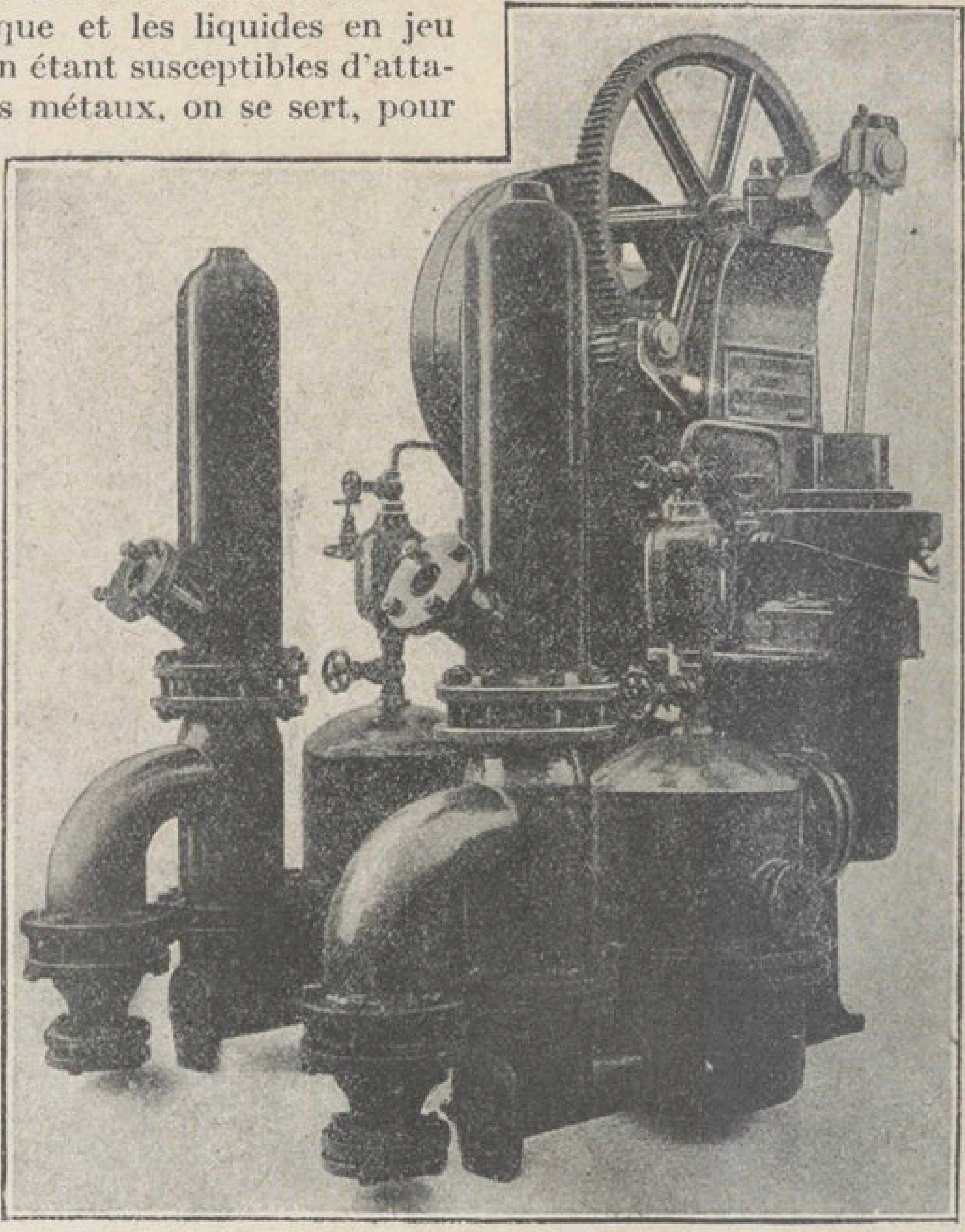
construit en bois, en maçonnerie, en panneaux de briques ou en béton armé. On peut aussi exécuter en béton armé ou en profilés et cornières les divers éléments constituant la suspension des chambres qui plongent à la manière d'un gazomètre dans une cuvette au fond de laquelle tombe l'acide produit.

L'acide sort des cuvettes au moyen de siphons qui le conduisent dans des récipients d'où il se rend dans les appareils où il doit être utilisé. On surveille le fonctionnement de l'installation au moyen de thermomètres, de manomètres et d'appareils d'analyse rapide, qui renseignent sur la température

diamètre supporté par un socle de maçonnerie au moyen d'une charpente appropriée. L'intérieur, garni d'un remplissage de briques analogue à celui du glover, s'appuie sur un soubassement en lave de Volvic. La tour, qui repose dans une cuvette de plomb, est arrosée au sommet par l'acide provenant du glover, soigneusement décanté et refroidi. Le liquide qui s'écoule à la base des gay-lussacs est chargé de produits nitreux qui se trouvent ainsi récupérés. On recueille cet acide dans des bacs d'où on le remonte au sommet du glover, et le cycle des diverses réactions se reproduit constamment.

Pour régulariser la circulation des gaz à travers le système formé par les fours, le glover, les cinq chambres et les deux gay-lussacs, on intercale un ventilateur soit entre les fours et la chambre à poussières, soit entre la tour de Glover et les deux premières chambres de plomb. On fait précéder ces dernières d'un caisson en plomb appelé diviseur qui assure l'égale répartition des gaz à leur entrée dans ces chambres.

L'acide sulfurique et les liquides en jeu dans la fabrication étant susceptibles d'attaquer le bois et les métaux, on se sert, pour les faire circuler, de pompes spéciales du système Ferraris dans lesquelles le corps du piston métallique est protégé par une masse d'huile qui propulse l'acide avec lequel elle est seule en contact direct.



POMPE A ACIDE A PISTON LIQUIDE

Telle est la brève description que l'on peut donner d'une fabrique moderne d'acide sulfurique.

Avant la guerre, l'Allemagne importait 80 % de sa consommation d'acide sulfurique qu'elle tirait principalement de Belgique où on l'obtenait à bon marché comme sous-produit du grillage des minerais sulfurés de zinc, de plomb et de fer. Malgré l'occupation de la Belgique par l'Allemagne, cette source de ravitaillement lui est fermée, parce que le blocus empêche les usines belges de recevoir d'Espagne, d'Afrique, d'Amérique et d'Australie les blendes qui leur étaient nécessaires. De même, l'Allemagne ne reçoit plus de soufre d'Italie, ni d'Amérique et épuise ses stocks existants. Elle peut, il est vrai, griller mécaniquement des minerais de Suède, de Norvège, de Hongrie et de Styrie.

L'acide sulfurique est donc devenu très cher en Allemagne et on a dû songer à le remplacer pour un grand nombre de fabrications. Ainsi on se passe d'acide sulfurique pour préparer l'acide chlorhydrique en provoquant électriquement la combinaison directe de l'hydrogène et du chlore. On extrait le cuivre métallique de ses minerais pauvres en les traitant par des solutions alcalines et non plus par l'acide sulfurique. De même, la Badische Anilin et Soda Fabrik prépare le sulfate d'ammoniaque par le procédé Haber, en faisant agir le carbonate d'ammoniaque sur du gypse ou du sulfate de chaux ou encore sur du sulfate de magnésium ou kiésérite, dont il existe d'énormes gisements en Allemagne. On obtient aussi du sulfate d'ammoniaque en traitant par l'ammoniaque que fournissent les fours à coke, le bisulfate de soude, qui est un résidu de la fabrication de l'acide nitrique dans les usines où se fait la dynamite.

L'Allemagne affirme qu'elle peut produire 40.000 tonnes d'acide sulfurique par mois avec les minerais sulfurés de zinc ou blendes qui abondent en Silésie et sur la frontière de Belgique. Cependant, on a monté depuis quelques années des usines qui produisent l'acide sulfurique en réduisant le sulfate de baryum ou de magnésium par le charbon ; le sulfure de baryum obtenu est décomposé par l'acide carbonique en carbonate de baryum et en hydrogène sulfuré, qui peut redonner de l'acide sulfureux. Les chimistes allemands ont ainsi trouvé le moyen de parer à la privation des pyrites d'Espagne, car ils ont à leur disposition des quantités illimitées de sulfate de baryum et l'on obtient par cette méthode de l'acide sulfurique très pur.

L'acide azotique se prépare en apparence

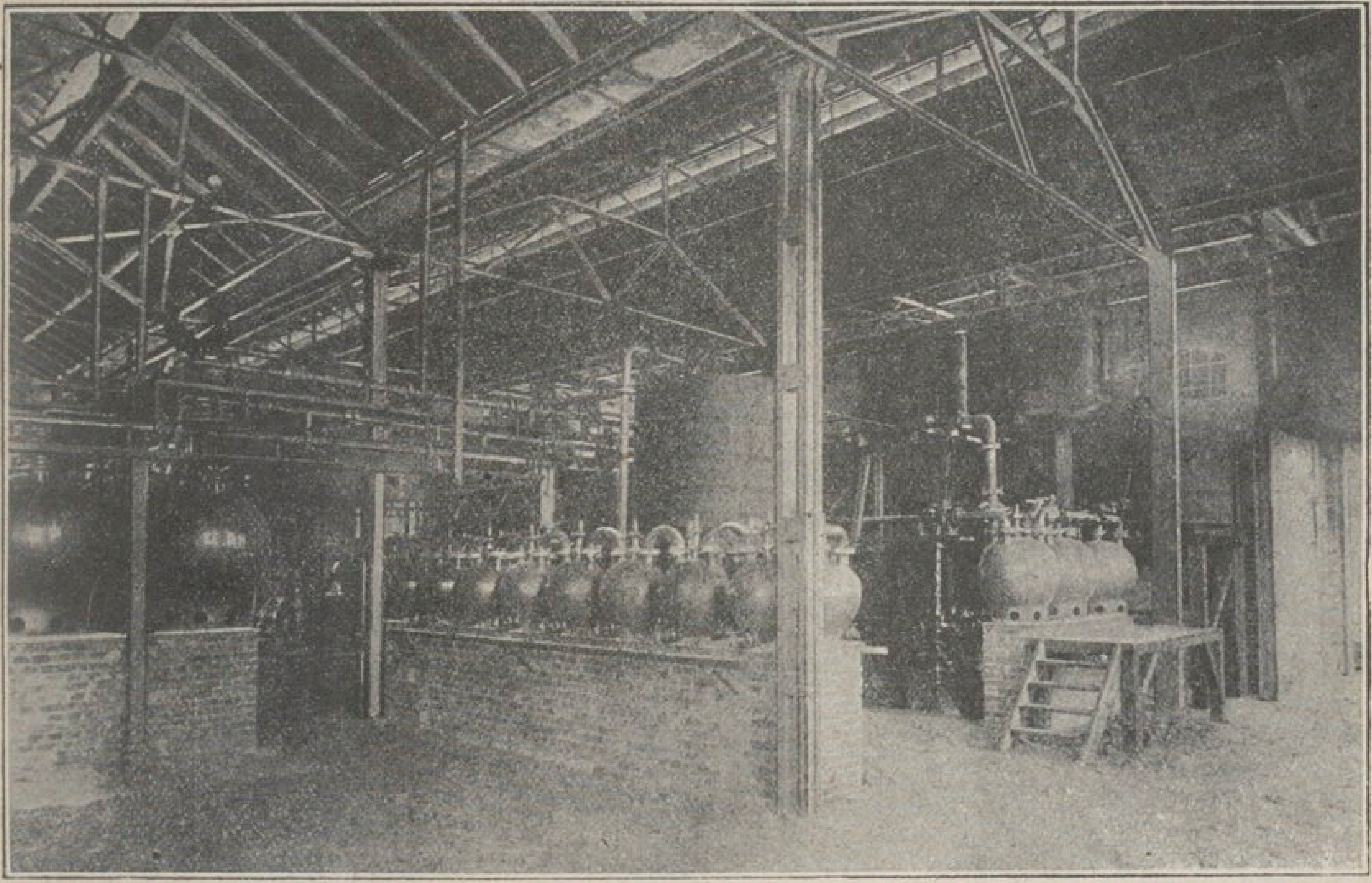
très simplement par la décomposition du nitrate de soude du Chili au moyen de l'acide sulfurique. En pratique, la condensation des vapeurs qui résultent de l'opération présente une certaine difficulté si l'on veut obtenir un acide complètement exempt de composés sous-oxydés de l'azote.

On condense les vapeurs dans des touries de grès superposées deux par deux ou placées les unes à côté des autres et reliées entre elles par la partie supérieure et par le bas. Le liquide s'écoule par le conduit collecteur inférieur dans une grande bonbonne où on le recueille. Dans le procédé Guttmann, on a remplacé les touries par des tuyaux de grès afin de faciliter la condensation grâce à l'augmentation de la surface de refroidissement.

Ces divers procédés donnent un acide trop chargé de vapeurs nitreuses. Vers 1893, on a introduit un perfectionnement sérieux consistant à faire le vide dans les appareils pour faciliter la distillation et pour la produire à basse température, ce qui empêche la décomposition par la chaleur d'une certaine quantité d'acide nitrique. On obtient ainsi un acide assez pur avec une diminution sensible de la consommation de combustible. L'installation comporte une grande quantité de joints nécessitant une surveillance constante. L'acide fort obtenu contient encore des vapeurs nitreuses dont il faut le débarrasser par un traitement ultérieur.

Or les fabriques d'explosifs recherchent un acide nitrique très concentré contenant une très faible proportion de composés oxygénés inférieurs de l'azote (Az^2O^3,Az^2O^4). Les appareils à touries ordinaires donnent des acides chargés d'Az^2O^4 qu'on élimine partiellement en faisant barbotter de l'air comprimé dans la liqueur, mais on provoque ainsi des pertes assez importantes.

Nos poudreries ont monté récemment un certain nombre d'installations par le vide perfectionnées par nos ingénieurs, afin de remédier aux inconvénients ci-dessus.



FABRICATION DE L'ACIDE NITRIQUE PAR LE PROCÉDÉ DIT " PAR LE VIDE "

La suppression des importations de salpêtre du Chili a dû gêner les fabriques allemandes d'acide nitrique, bien que les Allemands se vantent d'avoir pu complètement remplacer les nitrates. Ils ont eu recours à l'établissement d'usines qui convertissent, au moyen de l'arc électrique, l'azote de l'air en ammoniaque qu'ils brûlent par les procédés de contact pour obtenir de l'acide nitrique. Ce sont les procédés Haber et Oswald qui semblent donner les meilleurs résultats et qui ont reçu en Allemagne les plus larges applications, concurremment avec les fours électriques Pauling.

CHARLES LORDIER.

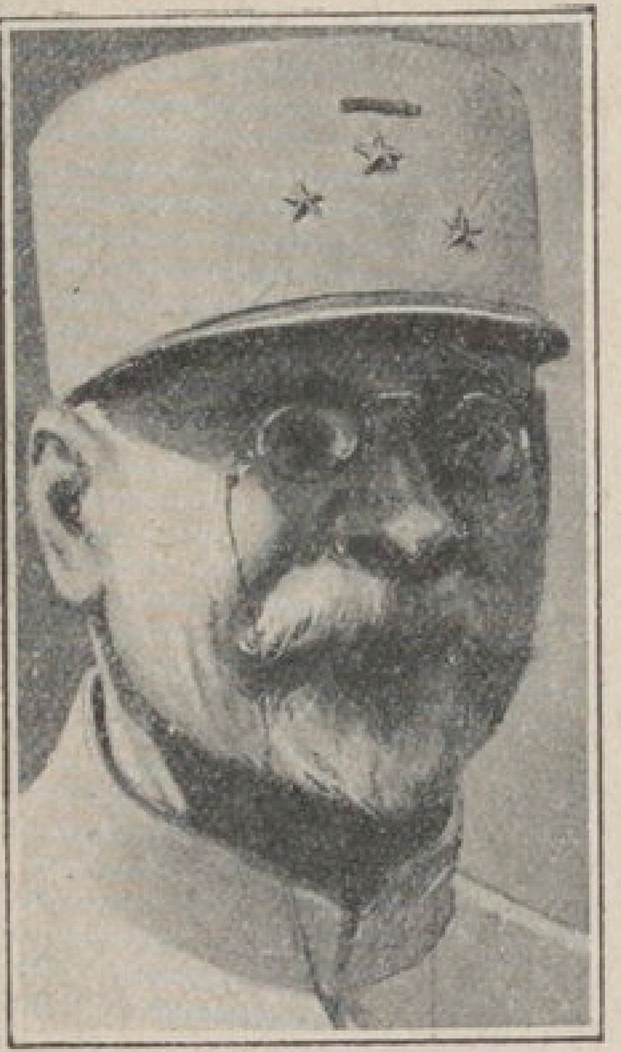
LE GÉNÉRAL FOCH

Commandant en chef le groupe des armées qui opèrent dans le Nord de la France

L'OFFENSIVE ANGLO-FRANÇAISE SE POURSUIT VICTORIEUSEMENT DANS LA SOMME

La continuité dans le succès, l'importance croissante de nos gains, le recul constant de l'ennemi, incapable de remettre en question nos conquêtes successives, l'affirmation de plus en plus nette de la supériorité franco-anglaise sur l'adversaire commun, tels sont les traits généraux du développement de notre offensive dans la Somme commencée le 1er juillet 1916.

Au commencement d'octobre, les avantages remportés ne sont encore que purement tactiques, mais, déjà, ils confinent à la période où l'on peut entrevoir quelque chose de mieux. L'armée allemande, objet d'un martelage ininterrompu, a dû jeter division sur division dans la fournaise et est soumise à son tour, nuit et jour, à une usure autrement intense que celle qu'elle avait prétendu nous faire subir à Verdun.



LE GÉNÉRAL MICHELER
Commandant l'armée française qui opère dans le secteur sud de la Somme, l'armée du général Fayolle, combattant dans le secteur nord.

Il nous faut examiner comment cette situation si favorable pour nous a été acquise. Le 12 août, on s'en souvient, opérant en liaison avec l'armée de sir Douglas Haig, nous avions enlevé la moitié du village de Maurepas, emporté les tranchées ennemies sur un front de six kilomètres et demi et une profondeur de 600 à 1.000 mètres et occupé les deux croupes à l'ouest de Cléry. Les jours suivants, nous accentuions nos progrès sur ce secteur et le 20, nous nous emparions, à l'est du chemin de Ginchy à Maurepas, du bois fortement organisé de l'Angle, où nous capturions 8 canons de campagne de 77.

Le 24, nous frappions un coup décisif. Dans un assaut irrésistible, nos troupes s'emparaient, ce jour-là, à cinq heures de l'après-midi, de la partie de Maurepas que l'ennemi tenait encore, prenaient les tranchées avoisinantes et portaient leur ligne à 200 mètres au delà, sur un front de 2 kilomètres compris entre la voie ferrée au nord du village et la croupe 121, au sud-est ; 600 prisonniers, dont une trentaine d'officiers, restèrent entre nos mains, et ce qui était beaucoup plus important, la première grosse menace sur Combles par le sud se trouvait réalisée.

Entre temps, nos alliés britanniques avaient réalisé des progrès lents mais notables sur l'ensemble de leur front et étaient parvenus, entre autres, à avancer jusqu'aux abords ouest de Guillemont ainsi qu'au sud de Longueval, autour de la ferme du Mouquet et au sud de Thiepval. C'est cette dernière avance surtout qui inquiétait les Allemands et qui les décida à tenter une contre-offensive en force. Ce fut la garde prussienne, le 26, à 7 heures du soir, qui fut chargée de dégager le saillant de Thiepval. Mais aux assauts répétés de cette troupe d'élite, les régiments du Wiltshire et du Worcestershire résistèrent victorieusement, et, sur aucun point, la garde, qui subit des pertes effroyables, ne réussit à entamer les lignes britanniques.

Les opérations franco-anglaises, gênées par le mauvais temps, fin août, devaient reprendre avec une vigueur accrue au début de septembre.

Le 3, après une préparation d'artillerie intense, une de celles que nos ennemis qualifient volontiers de « féroce », nos troupes prirent l'offensive au nord de la Somme, sur un front de plus de 6 kilomètres. Les objectifs visés étaient le village du Forest, au sud-est de Combles, ainsi que les tranchées au sud du premier village; le chemin reliant le Forest à Cléry; enfin, le village de Cléry, situé au nord de la dernière boucle de la Somme. Ils furent entièrement atteints. Une forte contre-offensive allemande tenta vainement de nous ravir nos gains, que les jours suivants ne firent qu'accentuer. Nous enlevions, en effet, successivement, à l'est de la route du Forest à Cléry, la ferme de l'Hôpital et l'éperon situé entre la cote 109 et les bois Marrières. Le butin fait par nous souligne la valeur de l'opération : 2.500 prisonniers, 32 canons, dont 24 lourds, 4 mortiers et de nombreuses mitrailleuses.

Le même jour, nos alliés anglais enlevaient magnifiquement une partie du village de Ginchy et la totalité de celui de Guillemont qu'ils débordaient par l'est de 500 mètres.

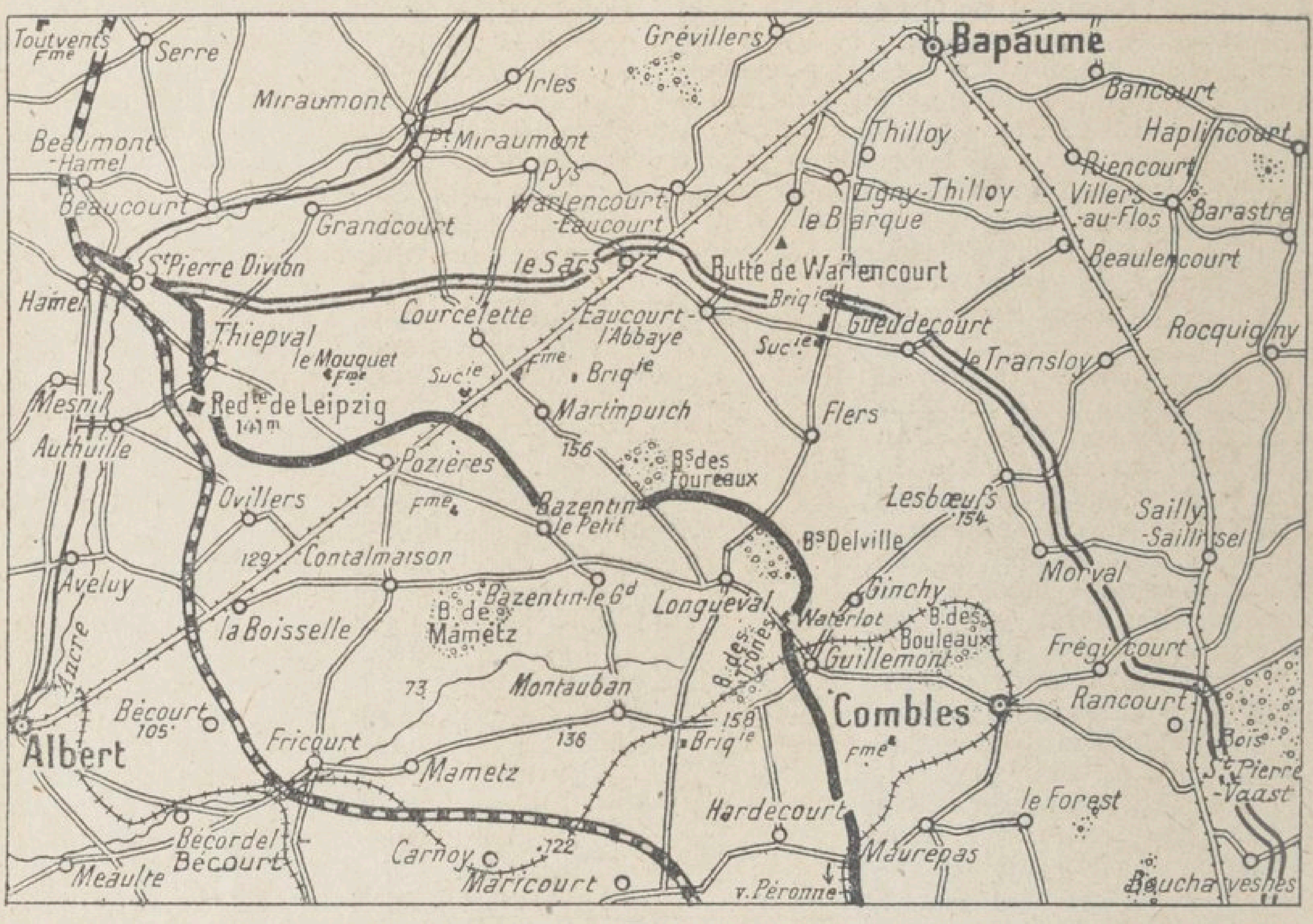
Le jour suivant 4 septembre, nous portons notre effort contre une partie de son front où, depuis le 16 août, nous étions restés relativement inactifs. Bien mieux, en attaquant au sud de la Somme, nous élargissons notre zone d'action et c'est l'armée du général Micheler qui, concurremment avec celle du général Fayolle, va entrer en scène. Notre offensive qui, jusqu'à présent, pour des raisons tactiques, n'avait pas dépassé Vermandovillers, porte maintenant sur un front de 20 kilomètres, allant de Barleux à Chilly.

Notre ligne passait à ce moment derrière Barleux, suivait la route de Barleux à Belloy-en-Santerre jusqu'à la route d'Amiens à Saint-Quentin, gagnait le chemin d'Estrées à Soyécourt, en englobant le premier village et en contournant le second, longeait ensuite la route de Soyécourt à Lihons pour suivre finalement un chemin de terre aboutissant à mi-route de Maucourt et de Chilly.

Barleux, un des principaux points d'appui de la résistance allemande au sud de la Somme, semble avoir été laissé en dehors du front d'attaque, la position ne pouvant guère être prise que par débordement, mais de Barleux à Deniécourt, toutes les premières tranchées ennemies furent emportées. Nos troupes parvenaient à s'installer aux abords de Berny, à enlever d'assaut Soyécourt, à investir partiellement le groupe fortement organisé de Deniécourt et à déborder par le nord et par le sud Vermandovillers. Entre Vermandovillers et Chilly, dans un secteur que nous n'avions pas abordé jusqu'ici, et où, par conséquent, les défenses ennemies étaient restées intactes, la lutte fut particulièrement chaude, mais, là aussi, nos braves fantassins réussirent à enlever les premières lignes ennemies et à prendre en entier le village de Chilly et à occuper la cote 86 ainsi que les lisières ouest du bois de Chaulnes; 4.647 prisonniers dont 62 officiers, 4 canons lourds et une centaine de mitrailleuses représentent les prises faites au cours de cette brillante offensive de l'armée Micheler

Le 5, nous nous bornons à enlever le village d'Omiécourt, sur la Somme, dont la possession établit une liaison plus étroite entre nos positions du nord et du sud et de la rivière, et à repousser des contre-attaques allemandes sur de nombreux points du front.

Le 6, nous nous emparons de boyaux et de tranchées au sud de Belloy et d'une partie du village de Berny. Le 7 et le 8, l'ennemi réagit violemment sur cette partie du front,



LE FRONT DES ALLIÉS AU NORD DE LA SOMME, LE 1er JUILLET 1916
— D° — — D° — LE 10 AOUT 1916
— D° — — D° — LE 10 OCTOBRE 1916

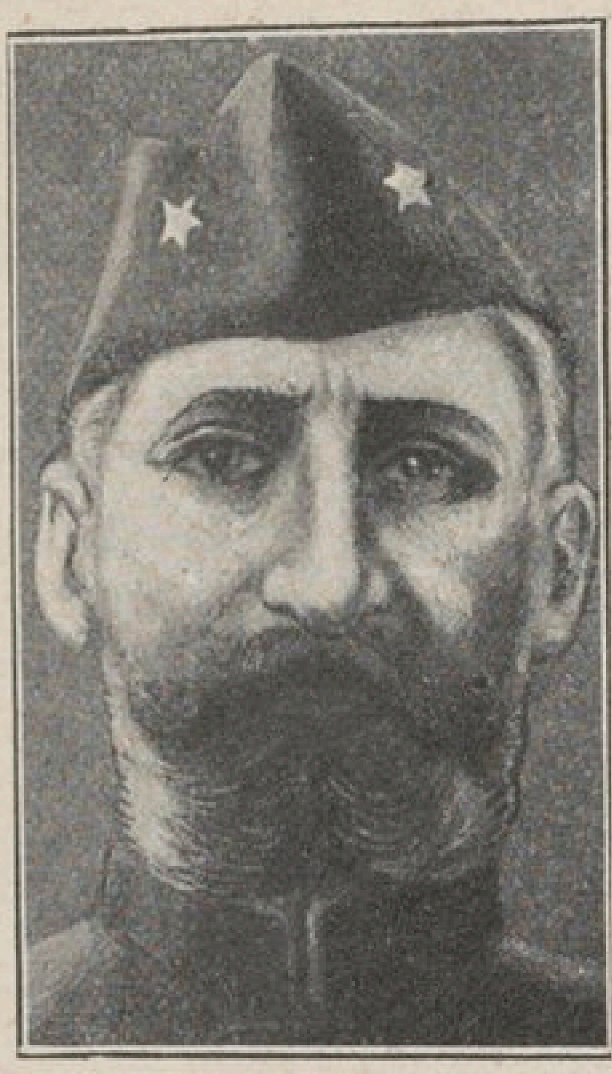
mais il ne réussit qu'à se faire prendre 600 prisonniers nouveaux, dont dix officiers.

Une nouvelle préparation d'artillerie — lutte serait plus exacte — qui dura du 8 au 11 septembre devait servir de prélude à une de nos offensives les plus fructueuses et les plus glorieuses au nord de la Somme. Il s'agissait toujours de déborder Combles par le sud et d'atteindre la route de Béthune à Péronne. L'objectif fut pleinement atteint, et même dépassé.

GÉNÉRAL GUILLAUMAT

Commandant le 1er corps d'armée, qui prit Combles.

Notre front d'attaque partait des abords sud-est de Combles, descendait vers le bois d'Anderlu, les lisières ouest des bois Marrières, le chemin de terre de Bouchavesnes à Cléry pour se terminer à la station de Cléry, soit 6 kilomètres environ. Le corps d'armée qui eut mission d'enlever les positions allemandes se montra admirable. Le signal fut donné à midi et demi. Une demi-heure après, toutes les tranchées ennemies étaient enlevées. Poursuivant son avance, l'aile gauche prenait d'assaut les positions allemandes de la cote 146, au sud du croisement des routes de Combles à Bouchavesnes et de Béthune à Péronne. Un autre régiment, pendant ce temps, enlevait de haute lutte les bois Marrières. A sa droite, d'autres formations s'avançaient en terrain découvert entre la route de Bouchavesnes à Cléry et la cote 76, que notre aile droite ne tardait pas à occuper. A 8 heures du soir, une brigade de chasseurs, comprenant trois bataillons, dont un d'alpins, auxquels avaient été adjoints deux bataillons d'infanterie de ligne, fut lancée, après une intense préparation d'artillerie, à l'assaut du village de Bouchavesnes. Après un brillant combat, ces vaillantes troupes s'en emparaient malgré la résistance désespérée de ses défenseurs, le gardaient et l'organisaient contre toute contre-attaque éventuelle.



GÉNÉRAL DE BAZELAIRE

Commandant l'un des corps d'armée sur la Somme.

Déjà, par cette occupation, nous débordions la route de Béthune. Dans la matinée du jour suivant, 13, nous continuions notre progression à l'est de cette route, en emportant d'assaut, au sud de Bouchavesnes, la ferme du bois Labé. Dans l'après-midi, deux régiments allemands parvenaient à nous la reprendre, mais, dans un brillant retour offensif, nos troupes rejetaient finalement l'ennemi de la position. Au sud également, à la croupe 76, nous avions à résister à des attaques furieuses des Allemands, mais après des alternatives diverses, nous maintenions là notre gain, pendant qu'au nord, face à Combles, nous prenions d'assaut tout un système de tranchées puissamment organisées, au sud de la ferme le Priez. Pendant ces deux journées du 12 et du 13, nous avons fait plus de 2.000 prisonniers et capturé, rien que dans le secteur de Bouchavesnes, 10 canons et 40 mitrailleuses. L'ennemi ne pouvait pas ne pas réagir contre nos progrès de plus en plus menaçants. C'est ce qu'il fit dans la journée suivante ; mais c'est vainement que les troupes prussiennes et bavaroises attaquèrent pendant des heures et Bouchavesnes et la croupe 76, position d'où nous dominions la vallée de la Tortille et avions vue sur les avancées du mont St-Quentin. Non seulement ces contre-attaques subirent un échec complet, mais elles ne nous empêchèrent pas de réaliser de nouveaux gains ce jour-là. C'est ainsi que nous emportâmes l'important point d'appui que représentait pour l'adversaire la ferme le Priez, au sud-est de Combles, et que, dans la soirée, les bataillons d'Afrique, sous les ordres de l'héroïque colonel Abbat, poussaient jusqu'à 200 mètres du village de Rancourt, non sans avoir, au préalable, emporté d'assaut tout un ensemble de tranchées ennemies fortement défendues.

A ces trois journées d'offensive si heureuses devait en succéder une autre tout aussi féconde. Mais, cette fois, c'étaient nos alliés qui entraient en scène.

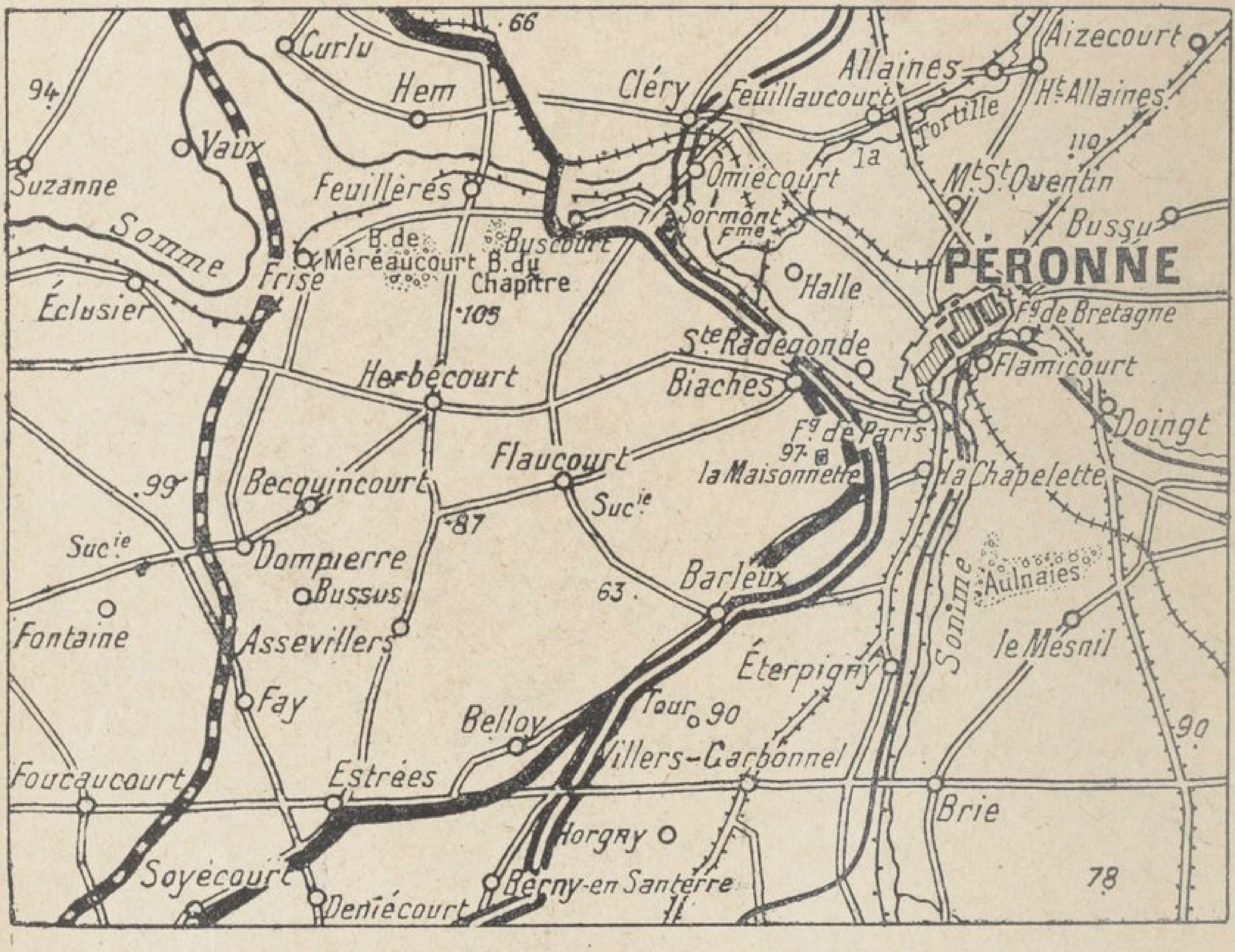
Après avoir, depuis le 3 septembre, par une série d'actions, porté leur ligne au sud immédiat de Martinpuich, et préparé, eux aussi, l'encerclement de Combles par le nord, en s'emparant de Ginchy et du bois de Leuze, les Anglais amorçaient, par une préparation d'artillerie soignée, une offensive sur la plus grande partie de leur front d'attaque. Elle fut irrésistible. A la fin de la journée, nos alliés étaient maîtres de la ferme du Mouquet, de Courcelette, de Martinpuich, du bois des Foureaux, de Flers et du bois des Bouleaux.

Le 16, ils accentuaient leurs progrès et pouvaient annoncer que, sur un front de 10 kilomètres, ils avaient avancé de un kilomètre et demi à 3 kilomètres, fait plus de 4.000 prisonniers, dont 166 officiers, pris une vingtaine de canons de tous calibres et un nombre considérable de mitrailleuses.

Ce brillant succès ne coûta aux Anglais que des pertes relativement faibles. L'apparition d'un nouvel engin sur le champ de bataille semble n'avoir pas peu contribué au résultat. Il s'agit des automobiles blindées ou « tanks » (réservoirs) qui cheminèrent en tête des troupes assaillantes. Nos lecteurs n'attendent pas de nous une description complète de ces appareils. Ce sont, en somme, des espèces de tortues mécaniques, puissamment armées de canons et de mitrailleuses, qui rampent sur le sol à la manière d'une chenille, coupent devant elles tous les obstacles, emportent comme des fétus les réseaux de fils de fer barbelés ; épousant tous les accidents du sol, elles plongent dans les cavités pour reparaître, lourdement il est vrai, mais sûrement, de l'autre côté.

A leurs effets balistiques certains, elles joignirent, le premier jour, l'élément de surprise et de terreur que leur apparition inattendue provoqua chez l'adversaire.

C'est surtout l'avance sur Martinpuich qui fut grandement facilitée par les « tanks » ; aux abords du village, de nombreux obstacles subsistaient malgré le tir de l'artillerie. Une tortue se chargea de les enlever. A dix heures et demie, les troupes britanniques pénétraient dans la place, et, deux heures après, elle était complètement nettoyée, permettant aux patrouilles d'aller vers le nord.

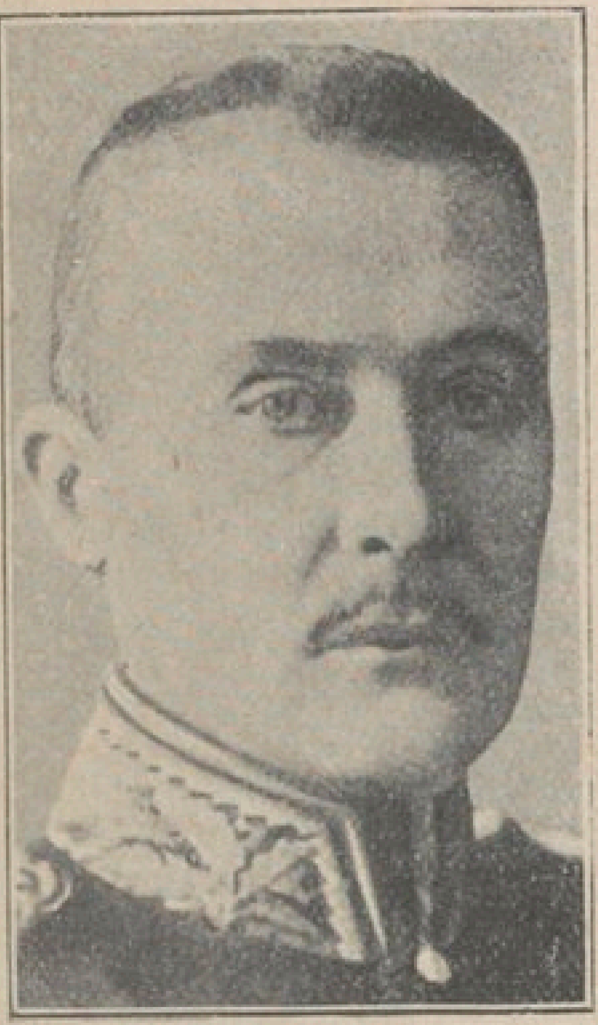


LE FRONT DES ALLIÉS AU SUD DE LA SOMME LE 1ᵉʳ JUILLET 1916
— D° — — D° — LE 10 AOUT 1916
— D° — — D° — LE 10 OCTOBRE 1916

Du côté de Courcelette, les choses allèrent moins facilement. Deux premières vagues d'assaut vinrent se briser contre une double ligne de tranchées, appuyées de réduits et de saillants avec mitrailleuses. Il fallut recommencer un tir d'artillerie, et ce n'est qu'à 7 heures et demie du soir que les braves Canadiens purent donner un irrésistible assaut à la place, dont une tortue se mit à déblayer les rues avec tranquillité.

Dans le secteur du bois des Bouleaux, les Anglais attaquèrent précisément au moment où l'ennemi avait, de son côté, déclanché une contre-offensive. La confusion fut d'ailleurs de courte durée : malgré le puissant fortin qu'ils avaient organisé à l'est du bois et qui

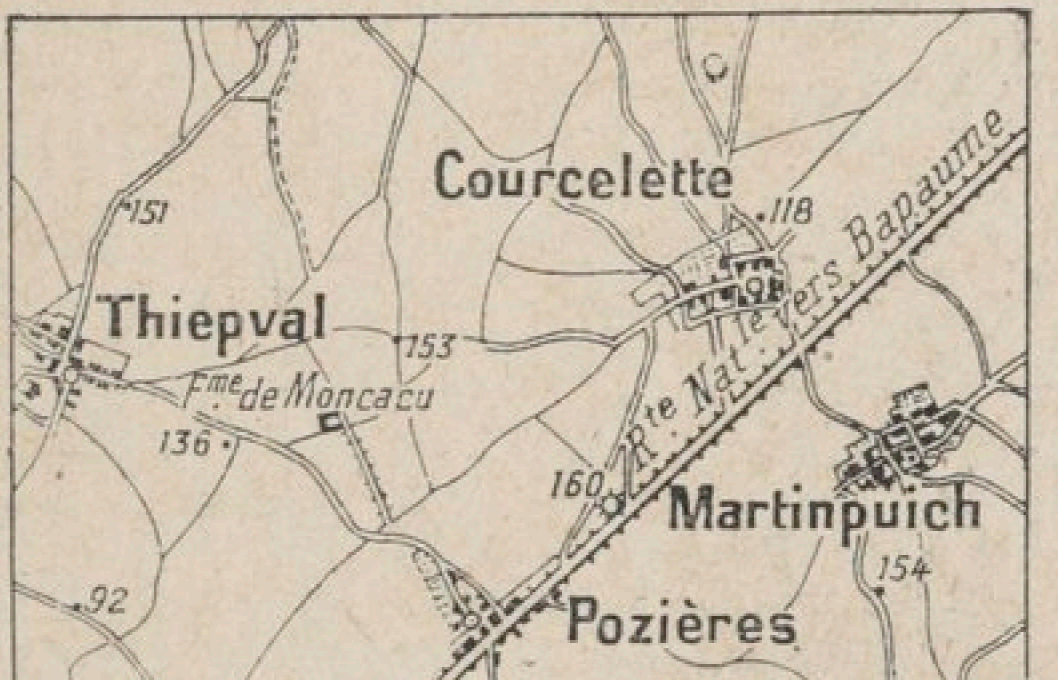
leur servait de solide point d'appui, les contingents ennemis se virent peu à peu débordés par l'est et par l'ouest, et à la fin de l'après-midi, la ligne anglaise passait à un kilomètre au nord du bois. Flers fut pris facilement ; par contre, il fallut des combats violents pour emporter les hauteurs boisées qui, entre Flers et Ginchy, dominent Lesbœufs.



PRINCE DE WURTEMBERG
Commandant une portion des armées allemandes du nord de la France.

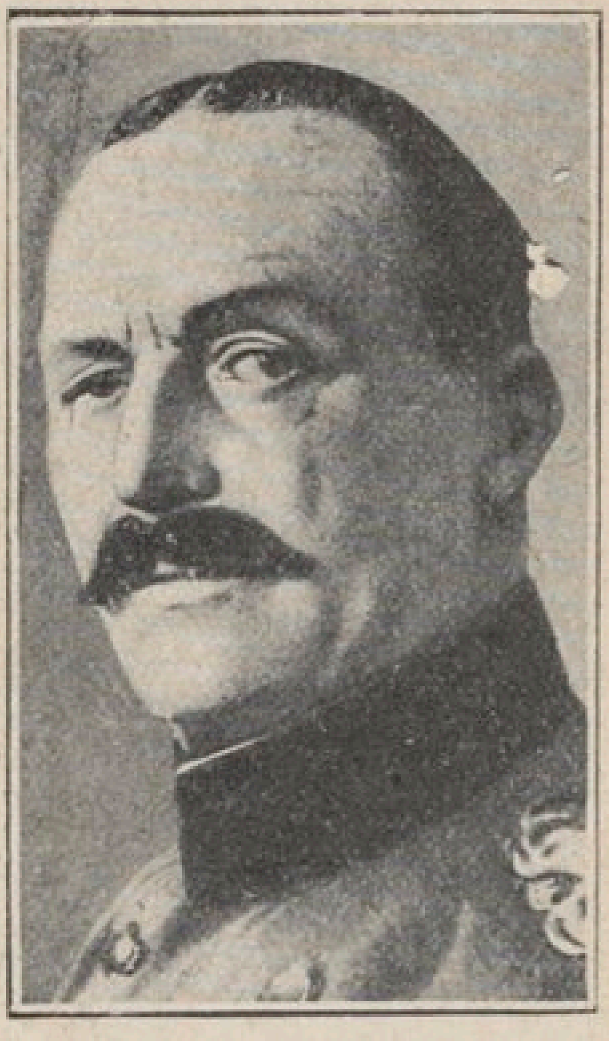
Dans la nuit du 15 au 16, les Allemands contre-attaquèrent sans succès. Ils récidivèrent avec acharnement le 16 et le 17, mais ne réussirent qu'à augmenter leurs pertes ; même du côté de Courcelette, nos alliés gagnèrent encore près d'un kilomètre.

Nos alliés, qui avaient à peu près, au nord de Combles, avancé la droite de leur front à notre alignement, fortement avancé leur centre, s'employèrent dès lors à avancer également leur gauche à la hauteur voulue. Thiepval, depuis le 1er juillet, avait résisté à tous leurs efforts, et on sait que, renonçant à l'attaquer de front, du côté de l'Ancre, ils avaient dessiné contre cette formidable position un double mouvement d'investissement par le sud-est et par le nord-est. Le 16, ils obtenaient de ce côté l'amorce du succès en enlevant sur 1.600 m. la ligne ennemie dite «tranchée du Danube».



LA RÉGION THIEPVAL-COURCELETTE-MARTINPUICH-POZIÈRES

Changeant de secteur, le 17 et le 18, nous attaquons au sud de la Somme. Nous nous emparons de la totalité de Berny-en-Santerre, Vermandovillers et Deniécourt et nous faisons plus de 2.000 prisonniers dont 35 officiers. L'ennemi ne réagit que très faiblement ; par contre, il va tenter un puissant effort, le plus vigoureux peut-être depuis le commencement de notre offensive, pour essayer de dégager Combles. De 9 heures du matin à la tombée de la nuit, le 20, il s'acharne à vouloir nous enlever nos positions de la ferme le Priez et de Bouchavesnes, mais les assauts successifs donnés par le 8e corps, amené du front de l'Aisne, et par la 214e division, ramenée en hâte alors qu'elle allait être expédiée sur le front russe, n'arrivent pas à ébranler nos lignes. L'ennemi subit un échec complet avec des pertes énormes.



LE GÉNÉRAL VON STEIN
Commandant l'une des armées ennemies qui combattent dans la Somme.

Il n'est pas plus heureux du côté de nos alliés, qui continuent, au contraire, du 18 au 24, à rectifier avantageusement leur ligne.

Le moment était venu de tenter l'effort décisif contre Combles. Une action combinée des troupes franco-anglaises devait assurer ce magnifique résultat dans les journées du 25 et du 26, avec un minimum de pertes.

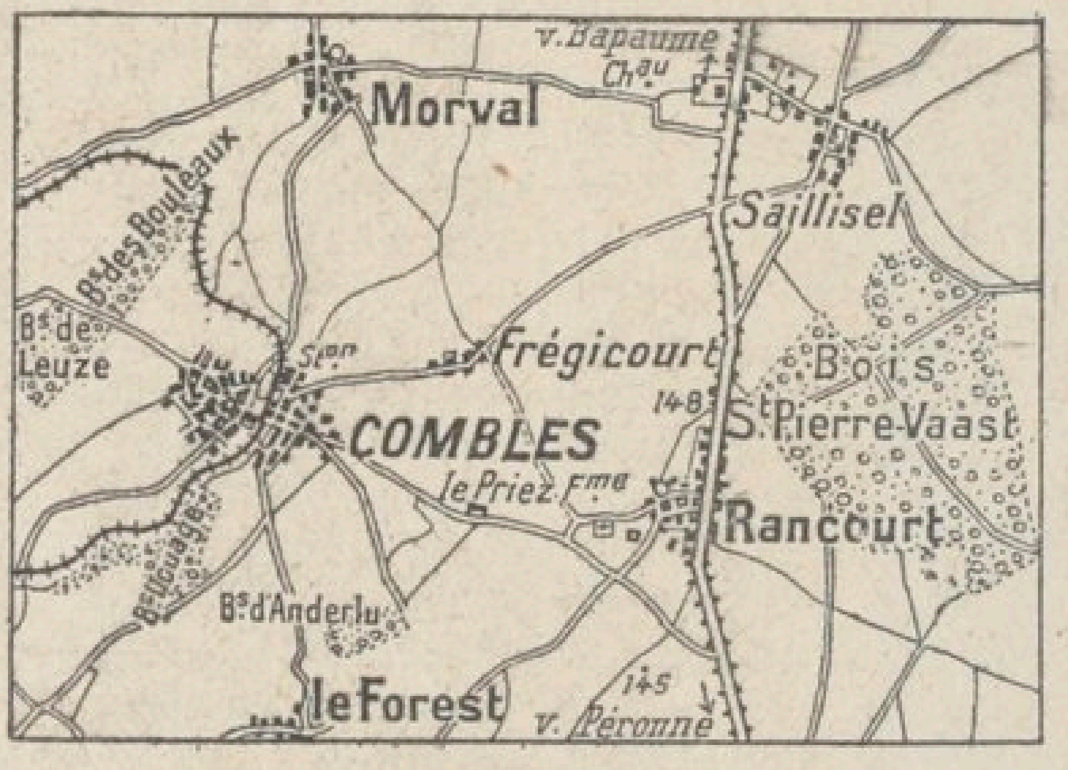
Combles, qui, grâce à sa position défilée et aux vastes souterrains organisés de sa partie centrale, était resté un des principaux centres de résistance allemands au nord de la Somme, est situé dans une sorte de cirque dont les Allemands tenaient tous les sommets, notamment la hauteur de Morval, celle de Sailly-Saillisel, ainsi que ce formidable appui que représentait pour leurs réserves et leur artillerie le grand bois Saint-Pierre-Vaast, entre Saillisel et Rancourt.

Nos premiers objectifs en vue de l'encerclement de Combles par le sud étaient, d'une part, le village de Rancourt, de l'autre, le hameau de Frégicourt. Le 25 au matin, la division Deville, au centre, emporte d'emblée toute la partie de Rancourt, située à l'ouest de la route de Béthune à Péronne ; à droite, nos fantassins sont arrêtés par des feux de mitrailleuses ; à gauche, ils parviennent aux lisières de Frégicourt, mais des feux de flanc partant de Morval les empêchent

de progresser. Mais dans la nuit, les Anglais se sont emparés de Morval et, le 26 au matin, la division Fonclare emporte le hameau de Frégicourt, pendant qu'à droite, nos troupes débouchent de Rancourt pour s'emparer de la corne nord-ouest du bois Saint-Pierre.

Pendant ce temps, nos alliés étaient peut-être, s'il est possible, encore plus brillants et plus heureux que nous. Prenant l'offensive sur un front de neuf kilomètres et demi, les Anglais atteignaient en quatre heures leurs principaux objectifs. Ils attaquaient successivement, en partant de Flers, la cote 120, dans la direction de Gueudecourt, la cote 154, au sud du village de Lesbœufs, s'emparaient de ce village, et si leur tâche fut moins aisée à Morval, la prise de cette importante position ne leur valut cependant que des pertes humaines relativement minimes.

Combles, débordée par le nord et par le sud, ne pouvait plus tenir. Le haut commandement allemand en décida l'évacuation en laissant à des mitrailleurs d'élite le soin de nous en faire payer chèrement la conquête. Ce calcul fut d'ailleurs déjoué, car le bombardement avait été si efficace, nous connaissions si bien les issues du réseau souterrain, que nos troupes et les troupes britanniques qui y entrèrent si vaillamment, n'eurent plus qu'à nettoyer quelques îlots pour occuper complètement la place.



COMBLES ET SES ENVIRONS

Le même jour, les Anglais pouvaient annoncer la prise de Thiepval qui, défendu depuis le 1er juillet par le 180e wurtembergeois, avait, jusqu'à présent, défié tous leurs efforts. Ils prenaient d'assaut la redoute Zollern, située à l'est du village, et cueillaient un millier de prisonniers. Là encore, les autos blindées firent de bonne besogne.

Le même jour, nos alliés emportaient le village de Gueudecourt, situé sur la route transversale qui, du Sars au Transloy, relie les deux grandes routes d'Albert à Bapaume et de Péronne à Bapaume.

Ils tenaient ainsi la presque totalité du plateau qui s'incline vers Bapaume et rien ne leur masquait plus la vue de cet objectif, dont ils n'étaient guère qu'à cinq kilomètres. Mais, préalablement, il fallait nettoyer le reste de Thiepval. Successivement, ils firent tomber la redoute du Stuf et la presque totalité de la redoute Schwaben. Malgré une résistance acharnée des Allemands, ils avançaient également dans la direction de Sars et d'Eaucourt-l'Abbaye, ce domaine transformé par l'ennemi en véritable forteresse. Pris et perdu, il a été repris par nos alliés après une série de combats et de corps à corps d'un acharnement extraordinaire.

De notre côté, nous avons continué à progresser à l'est de Rancourt et à l'est de Morval, et, dans une action locale entreprise dans la journée du 4 octobre, nous avons enlevé 9 canons de 88 mm à l'ennemi.

Un succès beaucoup plus important nous était réservé le 10. Nos troupes, magnifiques d'entrain, se sont livrées à une attaque au sud de la Somme, sur un front de cinq kilomètres, entre Berny-en-Santerre et Chaulnes. Après avoir atteint la position ennemie qu'il s'agissait d'enlever, nos régiments, emportés par leur élan, ont conquis le hameau de Bovent et la plus grande partie des bois de Chaulnes. L'ennemi a laissé entre nos mains 1.702 prisonniers, dont deux commandants de bataillon et vingt-cinq officiers subalternes. Nous avons pris, en outre, un nombreux matériel consistant principalement en engins variés de tranchées.

Les jours suivants, l'activité des deux artilleries a été considérable au sud de la Somme, mais les Allemands n'ont fait qu'un faible emploi de leur infanterie pour réagir ; leur épuisement semblait manifeste. Cependant, le 11, l'ennemi a lancé deux attaques assez fortes sur nos nouvelles positions du bois de Chaulnes ; il s'est même produit à cette occasion de vifs corps à corps qui nous ont permis de triompher de l'adversaire.

Le lendemain, nos troupes réalisaient des progrès assez sensibles à l'ouest de Sailly-Saillisel ; le 12, la lutte d'artillerie se faisait plus violente encore dans le secteur de Morval, Ablaincourt, Bouchavesnes et Chaulnes. Il était évident que des événements importants se préparaient sur cette partie du front occidental et que la réalisation d'une nouvelle avance de nos troupes était proche.

Le même jour, les troupes britanniques commençaient une grosse opération dans la direction du Transloy, village dont les Allemands ont fait une véritable forteresse ; nos alliés enlevaient une série de hauteurs boisées commandant la position.

Déjà, à la date du 17 septembre, les armées franco-britanniques avaient conquis une zone de terrain de 180 kilomètres carrés, sensiblement supérieure à celle que les Allemands avaient mis six mois à occuper devant Verdun, et au prix de quels sacrifices !

Sur notre front, nous avons repris à l'ennemi 26 villages, fait près de 40.000 prisonniers et capturé 150 canons. Nos alliés peuvent se targuer de succès équivalents. Eux

aussi ont libéré 20 villages, fait 26.735 prisonniers, dont 588 officiers, et capturé de nombreux canons de tous calibres, dont 30 entre le 18 et le 30 septembre.

Et surtout pendant cette période de trois mois d'offensive, les armées franco-britanniques ont usé sérieusement l'armée ennemie, et lui ont arraché l'initiative des opérations. Toujours et invariablement, les divisions allemandes ont été battues, et nombreuses sont celles qui ont dû être retirées épuisées de la lutte. A ce jeu, la rupture d'équilibre ne peut manquer de se produire en notre faveur, un jour très prochain.

Devant Verdun et en Champagne

NOTRE offensive sur la Somme a eu comme incontestable avantage de dégager Verdun. Ce n'est d'ailleurs que progressivement, après s'être trouvé à court d'effectifs, et le danger du côté de la Somme devenant trop pressant, que les ennemis ont renoncé à l'objectif tant convoité.

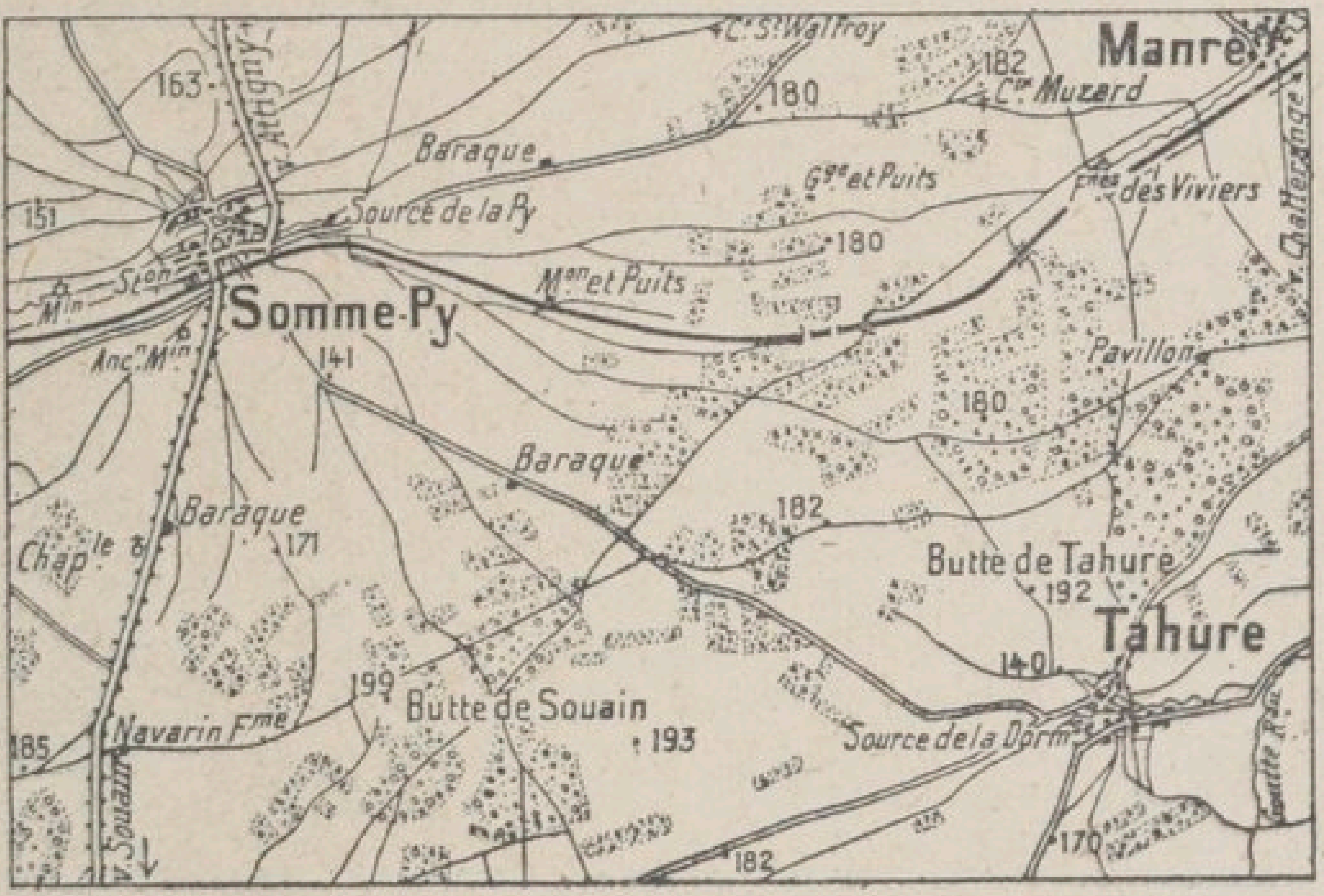
En août, ils ne se résignent pas encore à nous laisser maîtres des positions qui leur barrent la route, et que nous cherchons d'ailleurs progressivement à étendre. Fleury surtout, que nous tenons toujours en partie, est l objet de leurs attaques réitérées mais vaines. Cela jusqu'au 17 août. Ce jour-là, nous réussissons à expulser l'ennemi de la plus grande partie du village, et nous progressons entre Fleury et Thiaumont. Le jour suivant, nous enlevons deux redoutes fortifiées au nord-ouest de l'ouvrage de Thiaumont et progressons à l'est du bois de Vaux-Chapitre, aux abords du fort de Vaux. Le même soir, nous prenons d'assaut le dernier îlot de maisons que l'ennemi occupe encore à l'est de Fleury, et deux violentes contre-attaques de l'ennemi n'ont d'autres résultats que d'augmenter encore ses pertes. Il laisse, du reste, 350 prisonniers entre nos mains pendant ces deux journées. Le 19 et le 20, ses efforts renouvelés contre le village échouent misérablement.

Le 23, nous réalisons de nouveaux progrès entre Fleury et l'ouvrage de Thiaumont, le 24, à l'est de Fleury et faisons 300 prisonniers.

Les contre-attaques allemandes se suivent dès lors sans résultats appréciables. Le 3 septembre, l'ennemi prononce une série d'attaques violentes sur nos positions de Vaux-Chapitre. Il réussit, au prix de pertes élevées, à prendre pied dans un saillant de notre ligne, mais peu après le début de cette affaire, nous déclanchons une offensive tout aussi énergique à l'est et au nord-ouest de Fleury et qui, poursuivie le jour suivant, nous vaut une progression sensible à l'est de Fleury et la capture de 500 soldats ennemis. En même temps, nous repoussons de violentes attaques contre nos tranchées du bois Chenois.

Le 6, nous enlevons sur 1.500 mètres la première ligne de tranchées ennemies sur le front Vaux-Chapitre-le Chenois et faisons 280 prisonniers. Le lendemain, une contre-attaque avortée des Allemands nous vaut une centaine de prisonniers de plus. Le 9, nouveau succès pour nous à l'est de Fleury et 300 prisonniers de plus.

Depuis lors, il y a bien à signaler encore quelques attaques allemandes, infructueuses comme les précédentes, tandis que nos progrès au sud-est de l'ouvrage de Thiaumont et dans la partie est du bois de Vaux-Chapitre n'ont fait que s'accentuer.



LE THÉATRE DES ACTIONS LOCALES EN CHAMPAGNE

En Champagne également, les Allemands ont fait mine d'attaquer de loin en loin, visant de préférence le secteur tenu par nos alliés russes. La plus vive de ces affaires eut lieu le 1er septembre, au sud-ouest d'Auberive. Ce jour-là, les Russes accueillirent comme il convenait un fort parti ennemi qui voulait aborder leurs tranchées et le mirent en fuite. Le 8 septembre, une reconnaissance ennemie a été dispersée par nous à l'ouest de Maison-de-Champagne, laissant au surplus des prisonniers entre nos mains. Le 19 septembre, cinq attaques successives des Allemands dans le secteur russe, à l'ouest de la route Souain-Somme-Py sont venues se briser contre les tirs de barrage et les feux de mitrailleuses de nos vaillants alliés.

Signalons également, dans les Vosges, quelques coups de main stériles de nos ennemis ;

LE FELD-MARÉCHAL VON BENCKENDORF UND HINDENBURG

Commandant en chef les armées de la coalition germano-austro-turco-bulgare.

LE RUSSES SONT TOUJOURS EN EXCELLENTE POSTURE

L'OFFENSIVE russe, après de très brillants succès, a subi un temps d'arrêt. Depuis la prise de Stanislau, c'est-à-dire depuis les premiers jours d'août, on peut dire qu'elle n'a pas réalisé de progrès sensibles. Les grands objectifs stratégiques qu'elle se proposait, Kovel et Lemberg, ne sont pas encore atteints. Il est clair que l'ennemi a concentré des renforts et de l'artillerie, accumulé des munitions, multiplié les travaux de défense pour paralyser la marche des armées de Broussiloff. Il s'agissait pour lui d'une question vitale : l'Autriche-Hongrie ne pouvait être mise hors de cause sans que la défaite menaçât à son tour l'Allemagne et sans que l'imminence de la catastrophe apparût désormais, aux yeux même les plus aveugles d'outre-Rhin.

GÉNÉRAL VON LUDENDORFF
Successeur de Falkenhayn à la tête du grand état-major de l'armée allemande.

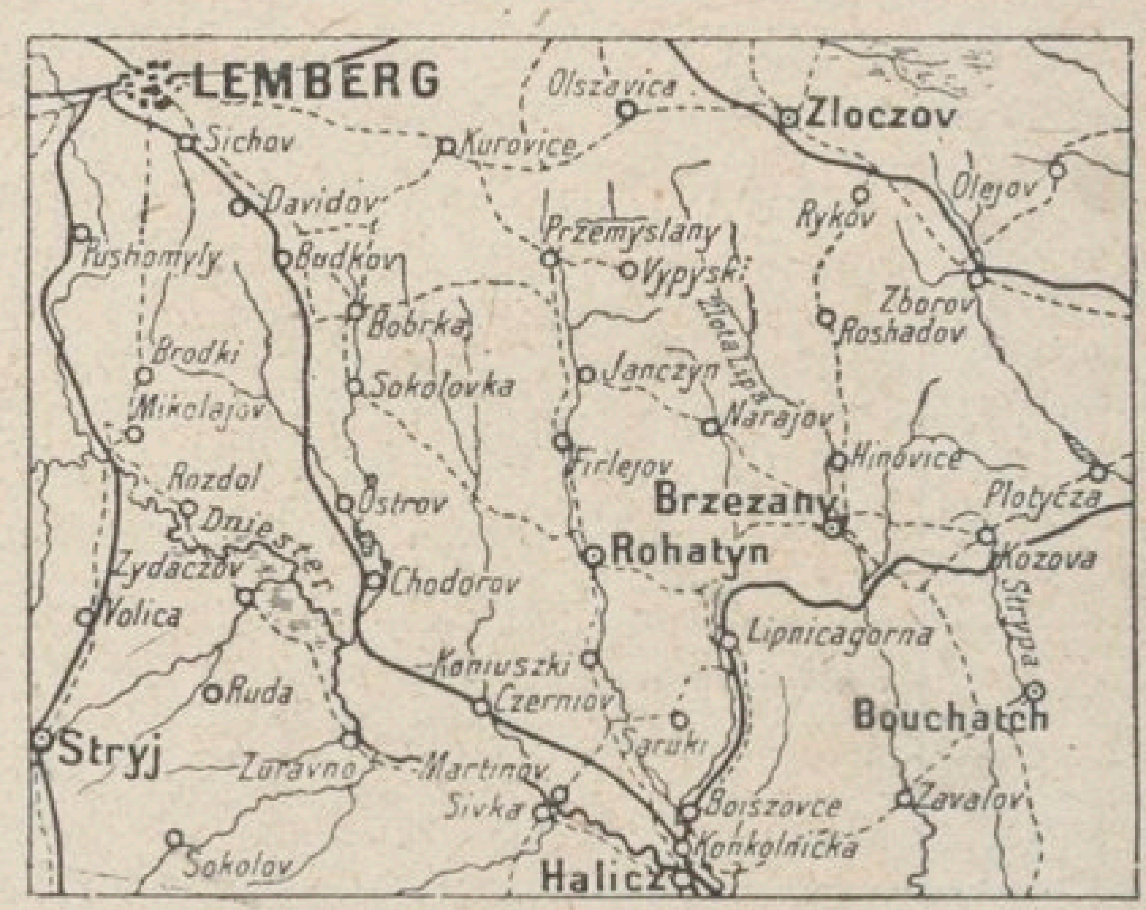
C'est donc l'Allemagne qui a volé au secours de la monarchie danubienne, ce sont ses troupes, son artillerie, ses généraux qui se sont précipités à la brèche ouverte pour arrêter l'invasion. La situation n'est pas absolument nouvelle, car la solidarité ne date pas d'aujourd'hui ; dès avant l'été de 1916, des chefs allemands, comme Linsingen et Bothmer exerçaient des commandements importants sur le front sud-oriental, et les bataillons germaniques s'amalgamaient déjà aux troupes austro-hongroises, mais dans une assez faible proportion. Ainsi les apparences d'autonomie de l'état-major de Vienne étaient sauvegardées. Par la nomination de Hindenburg comme généralissime du front russe, on n'a plus gardé aucun ménagement : le commandement était unifié et placé dans les mains d'un feld-maréchal allemand. En même temps, huit divisions allemandes étaient expédiées en renfort sous Lemberg à la fin de juin, huit autres accouraient de nouveau à la fin d'août, lors de l'entrée en guerre de la Roumanie. Il faut le répéter, ce qui est important et nouveau sur ce front, c'est le fait que des soldats, en très grande majorité allemands, défendent aujourd'hui les frontières de l'Autriche. Ils sont en Galicie, ils sont en Transylvanie avec Falkenhayn ; ils épaulent les Bulgares en Dobroudja avec Mackensen. Les réserves de l'Allemagne ont dû affluer vers l'est, interdisant toute offensive sur un autre point du front. Ce résultat est dû aux victoires de Broussiloff, à l'intervention de la Roumanie et à l'entrée en ligne de l'armée de Salonique.

Sur le front européen de nos alliés

LA retraite de l'armée Bothmer du front de la Strypa a été le dernier grand événement saillant du secteur de Galicie. Le feld-maréchal Hindenburg paraît être venu à Lemberg spécialement pour ordonner cette opération. Se repliant par échelons, en manœuvrant par retours offensifs dans la région de Podhaïce, le comte Bothmer a réussi, en définitive, à maintenir son centre sur la ligne de la Zlota-Lipa, autour de Brzezany, et à rester en contact étroit sur sa gauche avec l'armée Boehm-Ermolli. Quant à sa droite, elle a éprouvé des insuccès assez graves. L'armée russe de Tcherbatcheff, vigoureusement lancée à sa poursuite, lui a fait repasser non seulement la Zlota-Lipa, mais la Guita-Lipa, qui coule à 25 kilomètres plus à l'ouest, et même la Narajowka, son affluent de droite. Ce n'est que sur la rive occidentale de cette dernière rivière que les Austro-Allemands s'arrêtèrent enfin et résistèrent efficacement.

Les Russes étaient arrivés à dix verstes de Halicz, dont ils n'étaient guère séparés que

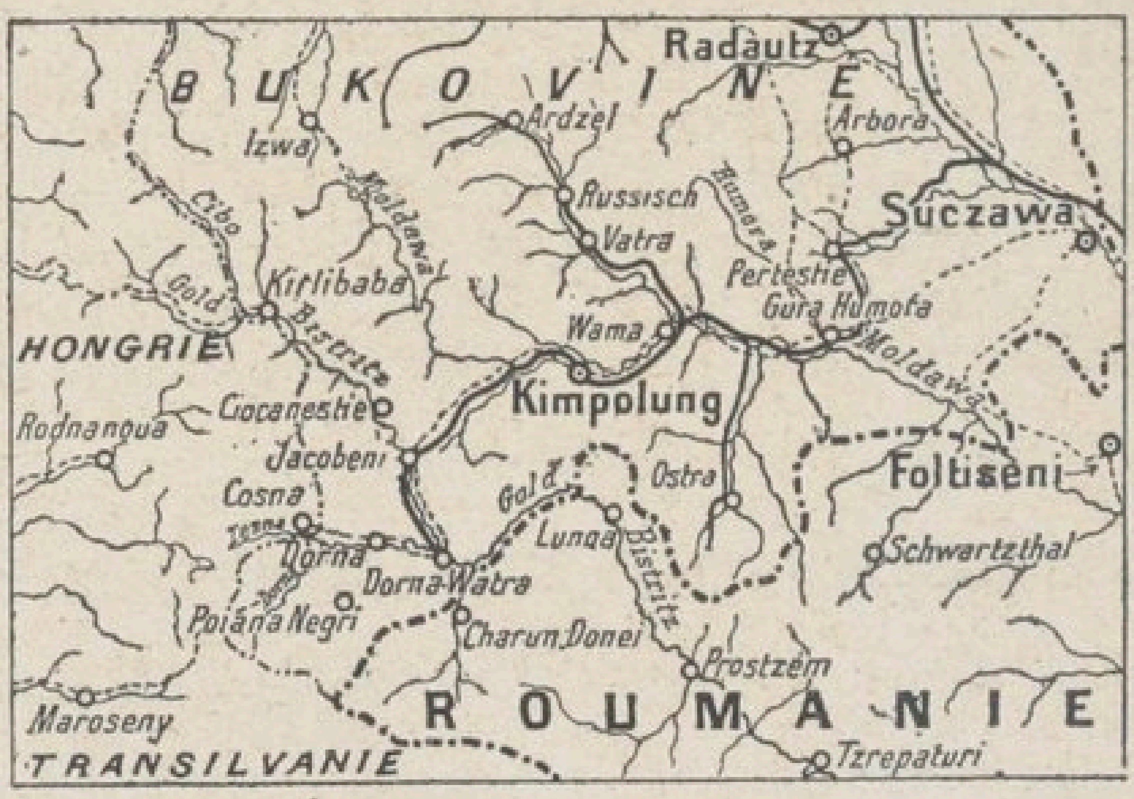
par le Dniester. D'autre part, l'armée de Letchitzky, opérant au sud du fleuve, s'était, après la prise de Stanislau, avancée jusqu'aux abords de la place. Tcherbatcheff et Letchitzky renouvelaient dans cette région la manœuvre exécutée par Roussky et Broussiloff aux premiers jours de septembre 1914. L'un s'efforçait de déborder la ville par le nord, tandis que l'autre cherchait à l'envelopper par le sud. Mais au dernier moment, Hindenburg réussit à jeter dans Halicz des renforts considérables, parmi lesquels une division turque. L'ordre de résister à tout prix, quelles que fussent les pertes, sauva momentanément la place. En effet, Halicz prise, l'armée de Bothmer se fût trouvée très gravement compromise, complètement tournée sur sa droite. Hindenburg, conscient du péril, renforça l'armée de Kœwess, qui opérait au sud du Dniester, jeta tous les bataillons allemands, slaves, hongrois et turcs disponibles sur la droite de Letchitzky, qui dut rétrograder jusqu'à la ligne de la Bystritza occidentale, précédemment fortifiée.



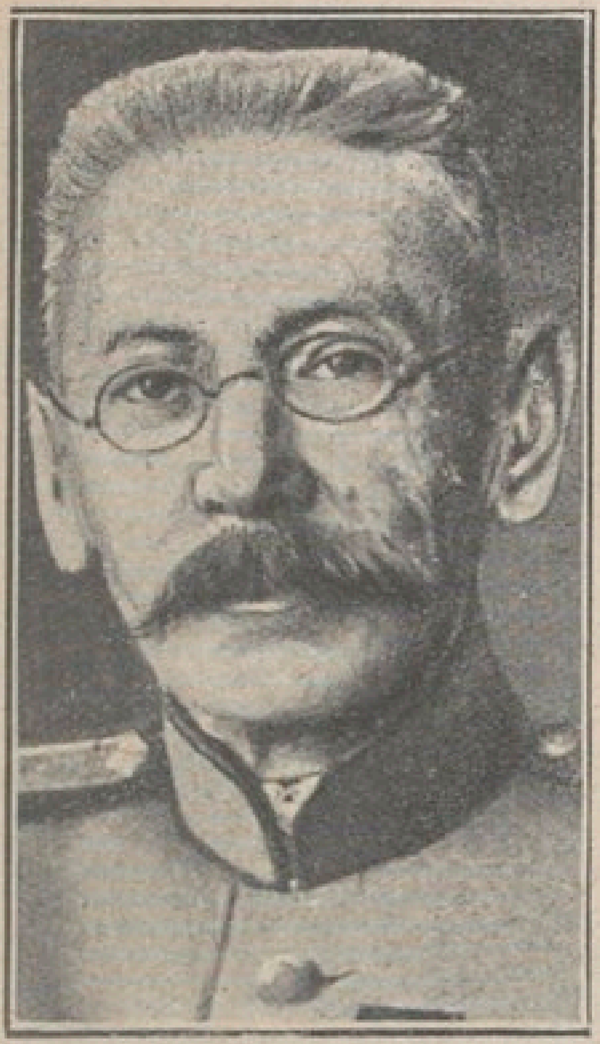
LE THÉATRE DE LA LUTTE SANGLANTE POUR LA POSSESSION D'HALICZ

Le développement des opérations dans les Carpathes, l'imminence de l'intervention roumaine obligèrent le commandement de l'extrême gauche russe à négliger provisoirement Halicz pour se reporter sur le théâtre montagneux situé plus au sud. Il s'agissait d'abord de repousser une violente offensive que les Austro-Allemands de l'armée des Carpathes, très réorganisée sous la direction du feld-maréchal Mackensen, et placée ensuite sous le commandement de l'archiduc héritier d'Autriche, lancèrent sur les troupes russes postées aux débouchés nord de la chaîne. Le plan de l'état-major allemand était de repousser ces troupes, de surgir par les cols de Jablonika, de Kirlibaba, de Dorna-Watra, et de prendre à revers le centre et la droite de Letchitzky, installés sur la ligne Nadworna-Stanislau

Le 14 août, les Russes avaient enlevé Jablonika, à la tête du col du même nom. Ils occupaient toute une ligne le long de la crête des Carpathes, depuis Jablonika jusqu'à Dorna-Watra. Non seulement ils maintinrent toutes leurs positions, mais ils réalisèrent des progrès sensibles dans cette contrée difficile. Sur ces entrefaites se produisit l'intervention roumaine. L'extrême-gauche de Letchitzky, dans la région de Dorna-Watra, s'efforça d'appuyer les contingents du général Cottesco qui s'avançaient par la haute vallée du Maros, et escaladaient les pentes du massif du Kalimalu. La jonction put être considérée comme accomplie vers la mi-septembre. Depuis, les Russes se sont emparés de l'important massif des monts Kapoul, situé entre les passes de Kirlibaba et celle de Dorna-Watra. Depuis lors le grand état-major ennemi a hâtivement constitué une armée de Transylvanie placée sous le commandement de Falkenhayn, et qui a réussi à faire rétrograder les Roumains vers les cols de Vulkan et de La Tour Rouge. Afin de dégager leurs nouveaux alliés, les Russes des armées de Broussiloff ont entrepris dans les premiers jours d'octobre une nouvelle offensive en Galicie. C'est aux troupes de Sakharoff et de Tcherbatcheff qu'a été demandé ce nouvel effort. Les premières ont attaqué au sud de Brody, dans l'intervalle, entre les vallées du haut Bug et de la haute Strypa, en direction de Zloczov, et le long du chemin de fer de Brody à Lemberg, dans la direction de Krasné. Le mouvement était dangereux pour les Impériaux, car Krasné n'est plus qu'à 45 kilomètres de Lemberg. Les débuts furent brillants : les Russes firent, le 1er octobre, plus de 2.000 prisonniers, mais ensuite, la poussée fut arrêtée. Tcherbatcheff, de son côté, attaqua au sud et au nord de Brzezany. Il réussit, au sud de la ville, à emporter les hauteurs de la rive droite de la Zlota-Lipa, faisant 2.500 prisonniers et



LA RÉGION KIRLIBABA-DORNA-WATRA



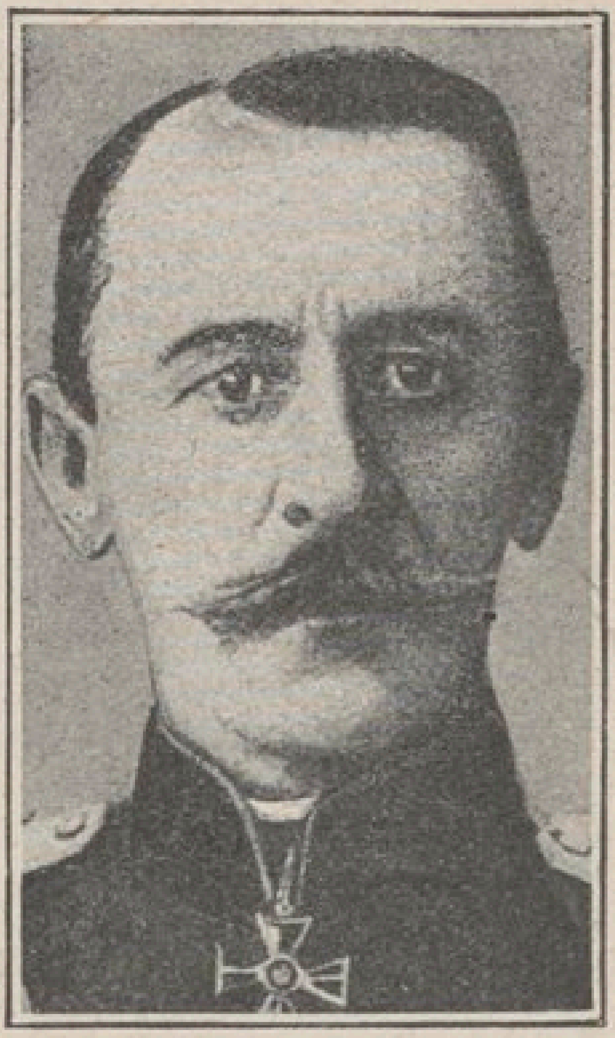
GÉNÉRAL ROUSSKY

Commandant les armées du Nord à la place de Kouropatkine.

canonna vigoureusement les établissements ennemis situés dans la petite cité. En même temps, une nouvelle avance était réalisée au nord d'Halicz,

En définitive, l'offensive n'aboutissait à aucun grandiose effet de rupture, comme ceux qui avaient été obtenus aux mois de juin et de juillet. Les Allemands en ont profité pour triompher et faire ressortir comme des succès quelques attaques qu'ils ont repoussées. Broussiloff a montré pourtant que lorsqu'il voulait emporter une position, il savait s'y prendre d'une autre manière. Le front ennemi n'est plus dégarni comme au début de juin : il s'est, au contraire, prodigieusement fortifié en matériel et en hommes. Hindenburg a réussi à sauver Lemberg, mais au prix d'une accumulation de moyens dont la coalition ennemie aurait grand besoin ailleurs.

Sur le front nord, aucun événement important ne s'est déroulé. Le général Roussky a succédé dans ce secteur au général Kouropatkine. C'est avec plaisir que l'on salue le retour à l'activité du glorieux vainqueur de Lemberg. Quelles que soient les difficultés du terrain et du climat, il saura saisir les occasions favorables, et l'on entendra probablement parler de lui. Mais l'hiver ne va-t-il pas paralyser un peu son action ?



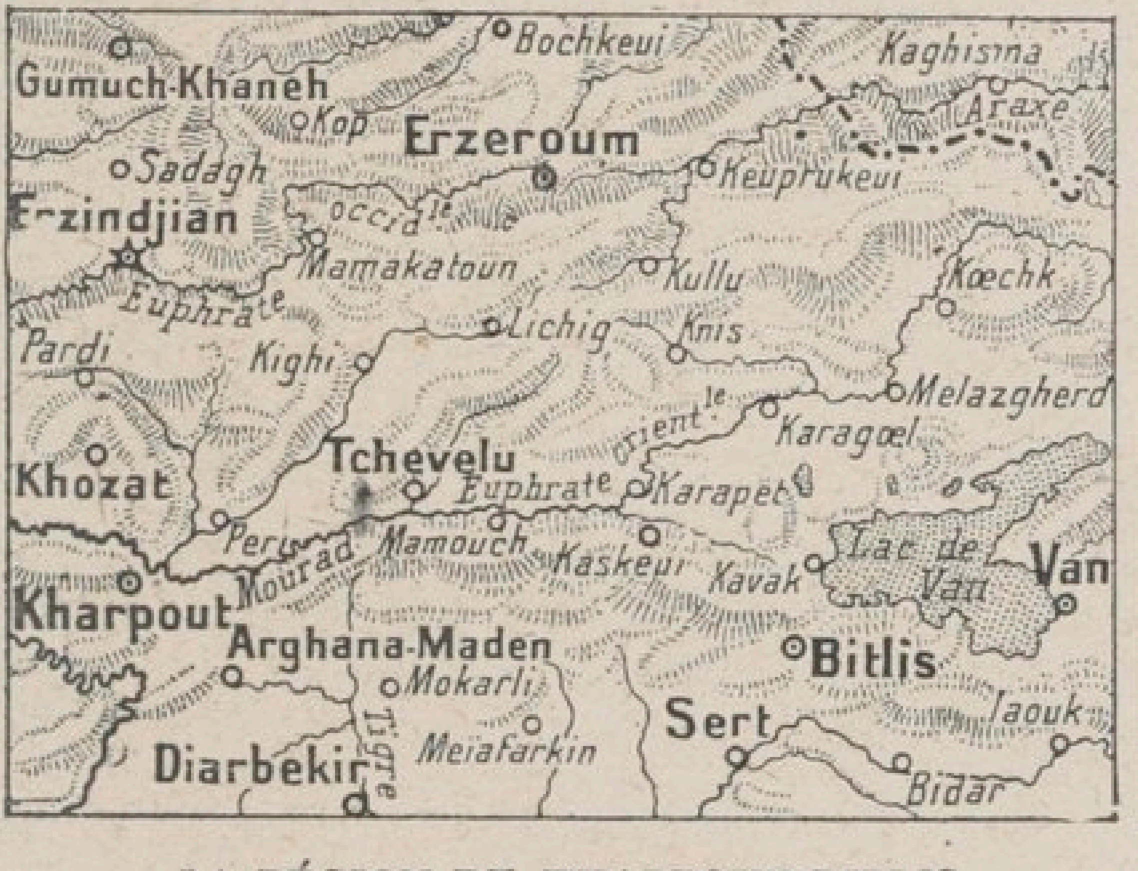
GÉN[al] TCHERBATCHEFF

Commandant en chef les armées russes au nord du Dniester.

Les Russes sur leur front asiatique

Après la prise d'Erzindjan, les Turcs ont fait de violents efforts pour refouler les Russes et leur faire abandonner leurs conquêtes en Asie Mineure.

D'Erzindjian, les troupes du général Youdénitch s'étaient avancées à l'ouest, dans la direction de Siwas, au sud, dans celle de Kharpout. Elles étaient parvenues à 45 kilomètres de cette dernière ville. En même temps, au sud-est, entre Mouch et Mamakatoun, nos alliés enlevaient la position d'Ognut. Les Turcs estimèrent urgent de réagir. Ils parvinrent à rassembler des troupes et à les lancer contre le centre russe, dans la région de Mouch-Bitlis, à l'ouest du lac de Van. De là leur pression s'exerça jusqu'à la frontière persane. Le 19 août, Mouch était prise, toute la ligne Mouch-Bitlis tombait, et les Russes se repliaient au nord-ouest du lac de Van, dans la direction d'Akhalat. En même temps, ils évacuaient, sur le front de Mossoul, la région de Rewardouz, et la colonne de Kermanschah devait rétrograder jusqu'au delà de Hamadan, où les Turcs entraient le 11 août.



LA RÉGION DE KHARPOUT-BITLIS

Mais une contre-offensive russe, partie de la région entre Erzindjian et Mouch contraignit les troupes ottomanes à abandonner successivement Mouch et Bitlis. En Perse, nos alliés ont enlevé Sakkis, à environ 100 kilomètres au sud du lac d'Ourmiah, et écrasé la droite de l'armée turque qui opérait dans cette région, le 23 août, à Rayat. Le mouvement tournant turc était définitivement brisé.

Depuis, les Russes ont progressé sensiblement dans la région du littoral de la mer Noire, où ils se sont avancés jusqu'à plus de 80 kilomètres à l'ouest de Trébizonde.

FERDINAND I^{er}, ROI DE ROUMANIE

Le jour même de la déclaration de guerre à l'Autriche, il s'est mis à la tête de ses armées

VIGOUREUSEMENT, LA ROUMANIE ENTRE EN SCÈNE

L'intervention de la Roumanie aux côtés de la Quadruple Entente était inévitable, et l'on ne peut que se demander pourquoi elle a été aussi tardive. Dans le numéro de mars 1915 de *la Science et la Vie* nous écrivions, à propos des opérations russes : « Battre les armées de l'Autriche, c'était préparer l'intervention de l'Italie, d'une part, de la Roumanie, de l'autre. L'occupation de la Bukovine devenait nécessaire pour couvrir le flanc droit d'une armée roumaine envahissant la Transylvanie. Les deux peuples latins du sud accompliront donc leurs destins nationaux, l'un à l'est, l'autre à l'ouest, avec le minimum de risques, et leurs dirigeants sont bien trop avisés pour laisser échapper une occasion aussi belle. »

M. JEAN BRATIANO
Président du Conseil des ministres de Roumanie.

On pouvait, sans trop s'aventurer, se permettre cette prophétie. Elle n'est qu'une déduction de la suite que les événements devaient nécessairement comporter. Comment l'Italie et la Roumanie ne se fussent-elles pas prononcées contre les empire centraux quand, l'une et l'autre, elles comptent dans l'un de ces empires de vastes terres irrédimées? Si Trente et Trieste sont peuplées d'Italiens qui attendent leur libération, trois millions de Roumains habitent la Transylvanie, une partie de la Bukovine et du banat de Temesvar. La même volonté de parfaire contre le même oppresseur leur unité nationale devait donc liguer les Latins des bords du Tibre et ceux des rives du Danube. La communauté de races se fortifiait de la communauté des aspirations. Les deux Etats avaient d'ailleurs, notoirement, conclu un traité et l'on pouvait s'attendre à ce qu'ils suivissent, dans ce conflit, une marche parallèle. On se persuada même que leurs actes devaient être simultanés. Aussi, quand, le 23 mai 1915, l'Italie déclara la guerre à l'Autriche, fut-ce, pour certains, une déception de ne pas voir la Roumanie faire aussitôt de même.

M FILIPESCO

C'était méconnaître les exigences de la situation. A côté de la décision politique, il fallait considérer l'opportunité stratégique. Dans une guerre contre l'Austro-Allemagne, l'armée roumaine ne pouvait que prolonger l'armée russe, dont elle constituait l'extrême aile gauche. Or, en mai 1915, les forces du grand-duc Nicolas avaient subi un grave échec. Leur retraite commençait. Il était visible qu'elles ne se pourraient conserver ni la Galicie ni la Bukovine. L'occupation de cette dernière province était particulièrement indispensable aux Roumains, dont elle couvre le flanc droit. Faute de cet appui, ils ne pouvaient encore songer à partir en guerre.

La situation n'était pas plus favorable au mois de septembre 1915, lorsque Mackensen attaqua les Serbes de front, pendant que les Bulgares les prenaient à revers. Si la Roumanie était à ce moment-là intervenue, comme signataire du traité de Bucarest, elle se fût fait écraser sans espoir de secours. Il fallut attendre le printemps de 1916, amenant la

M. TAKE JONESCO

réorganisation des armées russes, le renforcement à Salonique des troupes de Sarrail, pour que la question pût être de nouveau posée. A ce moment, des arrangements diplomatiques furent conclus : les conditions de l'intervention, la rétribution éventuelle furent stipulées. Mais alors, les empires centraux virent si bien le danger qu'ils exercèrent sur le gouvernement de Bucarest une de ces pressions dont ils paraissent avoir le secret. Sous la menace de la châtier par les armes, ils imposèrent, en avril, à la Roumanie, ce qu'ils appelaient un arrangement économique, et qui était surtout, dans leur pensée, un pacte politique. L'échange du blé roumain contre les produits métallurgiques austro-allemands devait, pour eux, se doubler d'une abdication totale du plan « interventiste ». Les Germains prennent facilement leurs désirs pour des réalités, et c'est un fait bien établi qu'ils sont de médiocres diplomates. Aussitôt l'arrangement conclu, ils disposèrent des troupes de première ligne qui montaient la garde à la frontière transylvaine, leur joignirent même quatre divisions retirées du front de Galicie, et crurent pouvoir organiser la fameuse mais stérile offensive du Trentin...

LE GÉNÉRAL ILIESCO

Chef d'état-major général des armées roumaines.

Les victoires de Broussiloff au mois de juin, la prise de Czernowitz et la rapide conquête de la Bukovine leur montrèrent la fragilité de leurs conceptions et déterminèrent par là même l'intervention roumaine qu'ils avaient voulu à tout prix empêcher...

En résumé, la Roumanie n'attendait qu'une occasion pour tomber sur l'Autriche, et cette occasion, les Russes la lui ont fournie, en mettant hors de cause, à la fin de la deuxième année de la guerre, une armée austro-hongroise de plus d'un demi-million d'hommes. La circonstance parut éminemment décisive au premier ministre, M. Bratiano, et l'avenir montrera qu'il ne s'est pas trompé.

L'entrée en scène de la Roumanie a également été précipitée par la belle campagne « interventionniste » de MM. Take Jonesco et Filipesco, les deux hommes d'Etat partisans indéfectibles de l'Entente.

Nos nouveaux alliés envahissent la Transylvanie

Le 27 août, en même temps que l'Italie déclarait la guerre à l'Allemagne, la Roumanie déclarait la guerre à l'Autriche-Hongrie, à cet État seulement.

Sans retard, dans la nuit même du 27 au 28 août, l'armée roumaine se mettait en marche, franchissait les principaux cols des Carpathes et pénétrait résolument et en force sur le territoire de la Transylvanie.

Au nord, le principal souci des Roumains était de lier leur droite à l'extrême-gauche de l'armée russe. Les troupes du général Letchitzky, après avoir conquis la Bukovine et une grande partie de la Galicie orientale, s'étaient rabattues par leur gauche sur les Carpathes, pendant que leur droite de Stanislau s'avançait vers Halicz, à l'ouest.

Les armées du général Iliesco, suivant une stratégie classique, poussèrent des avant-gardes sur toutes les routes transylvaines, mais leurs principales forces débouchèrent au nord et au sud, c'est-à-dire aux deux extrémités de l'arc des Carpathes. Les Autrichiens paraissent avoir été totalement surpris par cette irruption ; ils n'avaient à ce moment sur la frontière que de faibles détachements composés vraisemblablement de bataillons de landsturm qui durent évacuer précipitamment et en grand désordre les districts extrêmes de la Transylvanie, les deux provinces des Czik et de Haromsek.

Au nord, se sont développées les actions jusqu'ici les plus intéressantes. Par les cols de Tolgyes et de Bekas, les troupes roumaines descendirent dans la vallée du Maros. Sans y rencontrer de résistance appréciable, elles firent dans cette région de rapides progrès. Dès les premiers jours de septembre, elles atteignirent Borszek, puis Toplitza. Le mouvement ne devint un peu difficile que lorsque les détachements durent escalader les hauteurs du massif qui domine la rive droite du Maros et sépare la vallée de cette rivière de celles de la Bistritza dorée et des affluents du Szamos. Cette chaîne, d'une altitude de 1.500 à 2.000 mètres, est appelée en roumain : monts Caliman ou Calimalu. Par le nord du massif, à la droite roumaine, la jonction put être établie avec les forces russes dans les environs de Dorna-Watra. En même temps, la passe de Dorna-Watra, ou col de Borgo, qui conduit à la ville hongroise de Bistritz, ouvrant la vallée du Szamos, était tournée par un autre détachement roumain qui, dans la deuxième quinzaine de septembre, d'après les communiqués de Bucarest, progressait au sud-ouest de Dorna-Watra. Les Russes complétaient ces

GÉNÉRAL KAULTCHER
Commandant la première armée du roi Ferdinand.

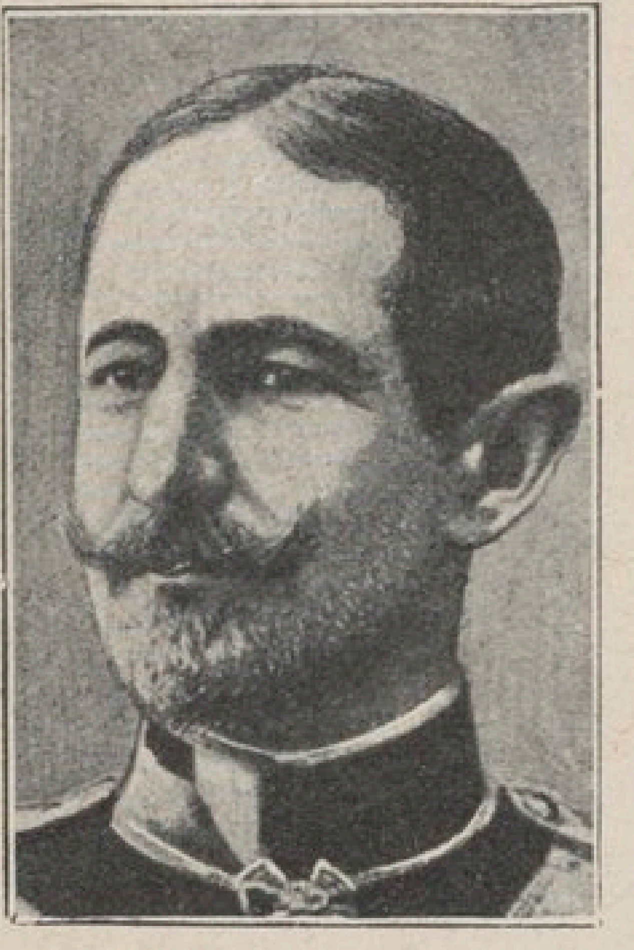
succès en s'emparant, au nord de Dorna-Watra, de l'important massif du Capoul, que les Autrichiens avaient défendu avec opiniâtreté. Vers le 20 septembre, ils s'avançaient le long de la route Dorna-Watra à Kirlibaba, menaçant les trois passes qui, de ces deux positions, débouchent dans les vallées hongroises de la Theiss et de ses affluents : celles de Borgo, de Rodna et de Stiol.

Plus au sud, par les cols de Gyimes et de Tomos, les Roumains descendaient dans la haute vallée de l'Oltu (ou Aluta), s'emparaient de Brasso (Kronstadt) et s'avançaient dans l'ouest jusqu'à Szekely-Udvarhély, chef-lieu du comitat de ce nom, à environ 80 kilomètres de la frontière. A l'ouest de Kronstadt, ils occupaient Fogaras. Par le défilé de la Tour Rouge, ils parvenaient d'abord à Hermannstadt (en roumain Sibiu). Mais dans cette partie, la plus méridionale des Alpes transylvaines, les Austro-Hongrois d'abord surpris, ayant assez vite reçu des renforts, purent constituer une masse de manœuvre qui réussit à suspendre quelque temps l'avance de nos alliés. Toutefois, à la fin de septembre, l'armée roumaine progressait de nouveau et enveloppait Sibiu par le sud et par l'est. Par le col de Vulkan, les soldats d'Iliesco, qui avaient profondément pénétré dans la vallée du Jiul (ou Schyl) devaient bientôt se rabattre sur le défilé, dont les Austro-Allemands prenaient même un instant possession; mais, le 25 septembre, les bulletins des ennemis devaient avouer que sur la pression de nombreux contingents roumains apparus au nord et au sud, ils avaient dû évacuer les cols.

GÉNÉRAL CRAINICEANU
Commandant en chef la deuxième armée roumaine.

Néanmoins, dans la première semaine d'octobre, les Austro-Allemands faisaient un effort considérable dans la région de Fogaras-Vladeni et contraignaient les Roumains à céder peu à peu du terrain.

Les troupes du roi Ferdinand, pressées par des forces supérieures, durent évacuer Brasso à la grande joie des Austro-Allemands, et se retirer sur des positions nouvelles non loin de la frontière.



GÉNÉRAL AVERESCO
Commandant l'armée roumaine de la Dobroudja.

Cependant, le long du Danube, à l'extrémité ouest du fameux défilé des Portes de Fer, les troupes de nos nouveaux alliés s'étaient emparées, après cinq ou six jours de combat, de l'importante position d'Orsova, qu'elles ont depuis conservée.

En somme, dans la partie sud du front de Hongrie, la contre-offensive austro-allemande a réussi à refouler l'invasion roumaine; elle a été impuissante à l'arrêter dans la partie nord, où elle s'effectue en jonction avec l'armée russe. Pour punir les Roumains de ce qu'ils appellent leur « trahison », les Allemands ne craignent pas de s'en prendre à la ville de Bucarest, leur capitale,bombardée fréquemment par des avions.

L'effort de Mackensen dans la Dobroudja

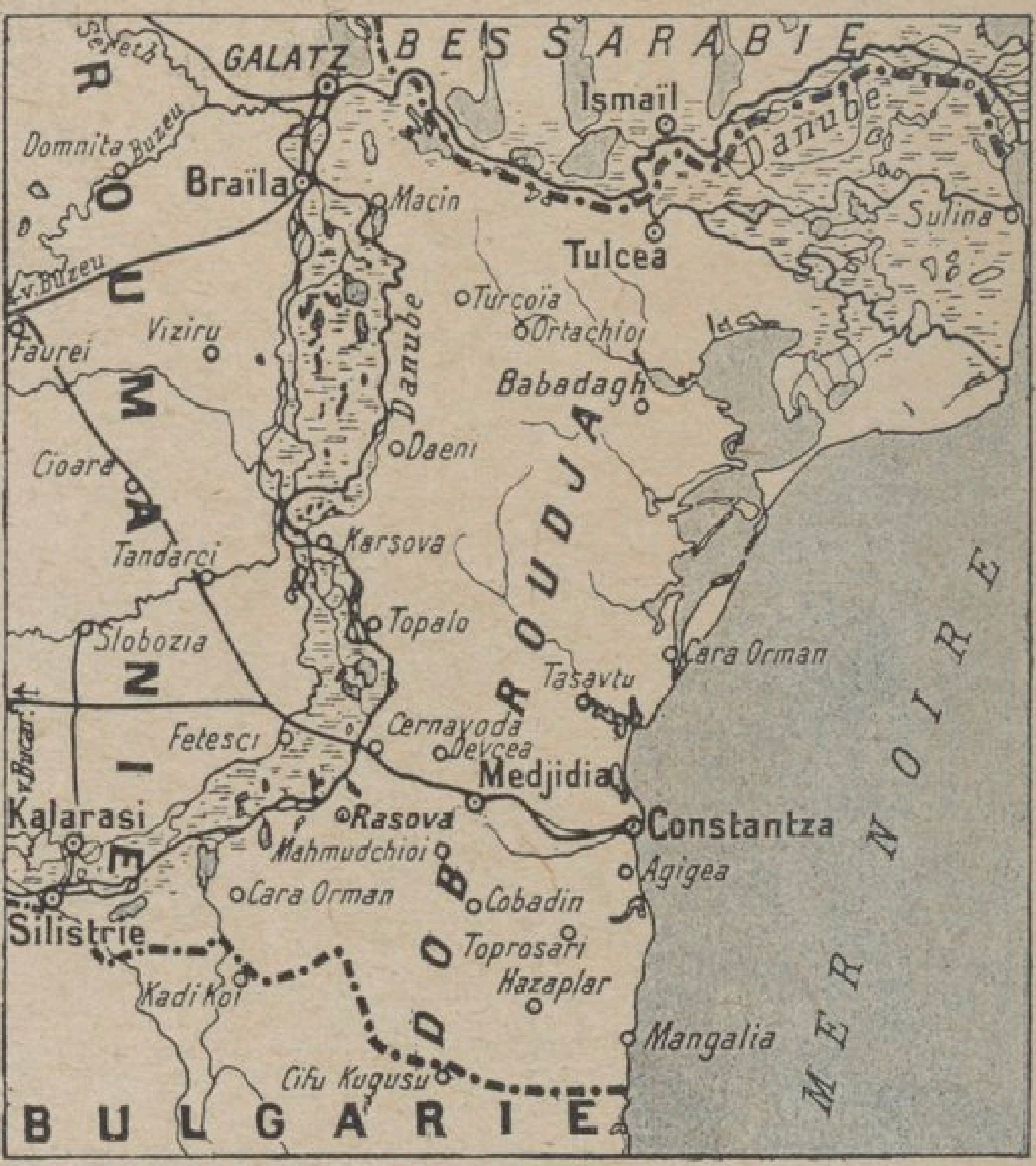
La Roumanie n'avait pas déclaré la guerre à la Bulgarie. Peut-être escomptait-on à Bucarest et ailleurs, une neutralité qu'à Sofia on avait, du reste, pu faire espérer Ce devait être une duperie de plus et vraisemblablement la dernière trahison des Bulgares. Pendant que le gros de l'armée active roumaine franchissait les passes de la Transylvanie et que de simples corps d'observation étaient laissés sur le Danube, les Bulgaro-Allemands décidaient de frapper un grand coup en Dobroudja. Pour chef, l'état-major berlinois leur avait donné le capitaine le plus illustre dont pût disposer l'Allemagne, après Hindenburg, promu généralissime : c'était le fameux Mackensen, vainqueur de

Gorlice en juin 1915 et de Belgrade en septembre de la même année. C'était lui qui, déjà, à la fin d'août 1916, avait déclenché l'attaque brusquée des Bulgares sur Florina.

Si Mackensen jeta son dévolu sur la Dobroudja, c'est qu'il savait, à n'en pas douter, que par cette étroite bande de terre marécageuse, qui s'étale entre le bas Danube et la mer Noire, une armée russo-roumaine devait s'avancer et prendre à revers les Bulgares, tandis que l'armée de Salonique les attaquerait de front. Les Russes franchissaient le Danube sur la frontière nord de la Roumanie, à Reni, tandis qu'un noyau d'armée roumaine s'assemblait dans la région Turtukaïa-Silistrie.

Mackensen réunit promptement trois divisions bulgares qui devaient avoir été laissées aux environs de Varna en prévision d'un débarquement russe, et formaient un gros d'environ 75.000 hommes, il y ajouta une division turque et deux ou trois brigades germaniques, appuyées d'imposantes batteries d'artillerie lourde, et lança le tout, soit une masse d'au moins 130.000 combattants, sur la frontière de la Dobroudja. Son principal effort porta, à sa gauche, sur la petite place de Turtukaïa que défendaient 25.000 Roumains, et que 90.000 hommes enveloppèrent. La première attaque eut lieu le 4 septembre, le jour même de la déclaration de guerre de la Bulgarie à la Roumanie. Le 6, la place tombait et l'ennemi faisait malheureusement prisonnière une grande partie de sa garnison. Le 9, poursuivant son succès sur sa gauche, il enlevait Silistrie, qu'il fortifiait puissamment.

Cependant, sur sa droite, à Dobritch (ou Barzadjik), Mackensen avait rencontré les avant-gardes russes, qui avaient, un instant, repoussé ses troupes. Toutefois, le recul de la droite roumaine le long du Danube entraîna celui de la gauche russo-roumaine. Les Germano-Bulgaro-Turcs se répandirent alors sur toute l'étendue de la Dobroudja.



CARTE DE LA DOBROUDJA

Mackensen continua à s'avancer sur la rive droite du fleuve, visant la voie ferrée Constantza-Cernavoda, — ce dernier point surtout — qui commande le passage du Danube. Mais les Russo-Roumains s'étaient retranchés bien en avant du chemin de fer, sur la ligne Oltina-Karaomer. C'est sur cette ligne que la bataille s'engagea le 12 septembre. Elle fut d'abord gagnée par Mackensen, qui obligea ses adversaires à se replier à une vingtaine de kilomètres en arrière, sur la ligne Razova-Tuzla. Les Allemands annoncèrent qu'une victoire décisive avait été remportée. Ils en étaient loin. Sur cette nouvelle ligne, une autre mêlée, plus sanglante que la première, s'engagea le 16. Elle dura quatre jours et se termina par la déroute des Bulgaro-Allemands.

Les 18 et 19, l'ennemi revint en vain à la charge. Enfin, dans la soirée du 19, les Roumains remportèrent à leur aile gauche un succès décisif : ils culbutèrent la droite ennemie, qui se replia en désordre, laissant devant les lignes de nombreux cadavres. Le lendemain 20, l'armée bigarrée de Mackensen était en pleine retraite, incendiant sur sa route les villages. L'armée roumaine était commandée par le général Averesco ; les contingents russes et serbes, par le général Zajoukhovsky. Le 2 octobre les Roumains annonçaient qu'à la suite d'une brillante attaque sur tout le front, ils avaient repoussé le centre et la droite ennemis. Quant à la gauche de Mackensen, elle était en grand danger d'être tournée, d'importantes forces roumaines ayant passé le Danube à 80 kilomètres en arrière de sa ligne, entre Turtukaï et Roustchouk. Mais il s'agissait là d'une simple « démonstration », car, le 5, les contingents roumains repassaient le fleuve sans pertes.

A la date du 12 octobre, on annonçait que le général Averesco était nommé commandant de la deuxième armée roumaine et remplacé en Dobroudja par le général Chrisesco.

LES ITALIENS ACCENTUENT LEURS PROGRÈS

L'avance italienne se poursuit méthodiquement et les Allemands commencent à craindre sérieusement pour Trieste, un de leurs principaux débouchés sur la Méditerranée. De nombreux officiers prussiens ont été envoyés pour renforcer les fortifications de la place que le kaiser veut défendre énergiquement.

LE DUC D'AOSTE

Commandant la 3e armée italienne qui opère autour de la place de Gorizia.

Pendant ce temps, l'armée du général Cadorna chasse peu à peu les Autrichiens des cimes voisines de Gorizia d'où cinq cents canons lancent des obus de tous calibres sur la place perdue et sur les ponts de l'Isonzo. Des combats de jour et de nuit font avancer les lignes italiennes sur les hauteurs de San Marco et de Santa-Catarina. La bataille de Gorizia et celle du Carso se poursuivent simultanément de chaque côté de la rivière Vippasco.

La lutte autour de Gorizia s'étend au sud du Vippasco jusqu'à la mer, et les Autrichiens restent encore accrochés à une partie de leur première ligne, entre Monfalcone et l'Adriatique.

La bataille du Carso continue sur le cours du torrent Zertoibizza et les Autrichiens résistent avec acharnement sur le San Michele, le San Gabriele et le Monte Santo, d'ailleurs en grande partie cernés par les Italiens.

Les escadrilles d'avions Caproni et Voisin préparent la marche en avant par de fréquents bombardements exécutés sur la ligne de Gorizia à Trieste et dans les environs de Monfalcone. Afin de parer à tout accident, l'ennemi fait établir de nouvelles défenses, le long de sa ligne de retraite pour enrayer l'avance italienne. Des milliers de prisonniers russes travaillent dans la forêt de Ternova et sur le Carso, ainsi qu'à Laybach, à Klagenfurth, et voire même à Agram.

GÉNÉRAL A. CHINOTTO

Blessé mortellement à l'attaque du mont San-Michele par l'infanterie italienne.

La chute de Tolmino aurait pour les Italiens une importance considérable, car elle forcerait l'ennemi à évacuer le Monte Santo et le Monte San Gabriele.

Dans le Trentin, on n'enregistre plus que d'intenses actions d'artillerie après l'échec définitif de la grande attaque autrichienne. Le haut commandement italien se contente de contrebattre efficacement les tirs ennemis, afin de réserver toute son activité pour le développement de l'avance sur le front sud. Journellement, des attaques sont repoussées dans la vallée du haut Astico et dans les environs d'Asiago.

LA RÉGION DU TRENTIN OU LES ITALIENS MARQUENT DES PROGRÈS

Le 27 août, l'Italie faisait connaître officiellement sa déclaration de guerre à l'Allemagne, la vingt-neuvième en Europe depuis le 1er août 1914.

La suspension des relations diplomatiques était devenue un fait

accompli depuis le départ de Rome du prince de Bulow, suivi de la rentrée de M. Bollati, ambassadeur d'Italie à Berlin. Cette mesure, rendue possible par l'entente complète entre les Alliés, relativement au ravitaillement de l'Italie en charbon et en munitions, était pleinement motivée par la participation continuelle d'officiers, de soldats et de matelots allemands aux opérations de guerre autrichiennes dirigées contre l'Italie. D'autre part, l'Allemagne avait provoqué d'elle-même ce geste par une série de vexations infligées aux sujets italiens et à leur gouvernement. Les prisonniers évadés des camps de concentration austro-hongrois et réfugiés en territoire allemand étaient livrés à l'ennemi. Sur l'initiative du département impérial des Affaires étrangères, les banques allemandes avaient été invitées à considérer tout sujet italien comme un étranger ennemi et à surseoir à tout paiement qui pourrait lui être dû. De plus, on avait suspendu le paiement aux ouvriers italiens des pensions qui devaient leur être servies en vertu des dispositions formelles de la loi d'assurances allemande.

LE TERRITOIRE AU SUD DE GORIZIA

La nouvelle de la déclaration de guerre à l'Allemagne, qui consacrait la rupture définitive de la Triplice et la ruine de l'œuvre de Crispi, fut accueillie avec joie à Rome, où elle fut célébrée par des manifestations en même temps que l'entrée de la Roumanie dans l'Entente.

Sur le front du Trentin, sur le Monte Cimone et dans les Alpes de Fassa, les Italiens continuaient à avancer et s'installaient solidement à 2.500 mètres d'altitude sur la haute cime du Cauriol. Dans la vallée de la Drave, des tirs de précision atteignaient les gares de Toblach et de Sillian, dont la première fut entièrement détruite, ce qui coupait la voie de communication la plus rapide entre le secteur du Trentin et l'Isonzo ; le parcours de Trente à Lubiana par Insbruck est beaucoup plus long que la ligne interrompue, ce qui retarde considérablement la circulation des convois militaires.

Grâce à la conquête de la cime du Cauriol, les Italiens dominent la route des Dolomites dont ils occupent déjà la partie septentrionale, depuis Cortina d'Ampezzo jusqu'à Pieve di Livinallongo. Nos alliés menacent la voie ferrée de Trente à Bolzano, sur laquelle la station d'Egna, où se rejoignent les deux routes de Trente et des Dolomites, est située à 25 kilomètres à vol d'oiseau du Cauriol que les Autrichiens ont vainement bombardé longuement avec des pièces de 305 dans l'espoir de le reprendre.

Vers le 8 septembre, l'offensive italienne a recommencé avec une grande énergie sur un front de cinquante kilomètres, entre Tolmino et la mer. D'autre part, les Autrichiens, craignant pour Rovereto, faisaient évacuer la ville par les autorités et par la population civile. Pour réagir contre l'activité des troupes du général Cadorna, l'ennemi bombardait Tolmino et lançait sur Gorizia un certain nombre d'obus de 305 mm qui causèrent de graves dégâts aux édifices de cette malheureuse ville.

Le 13 septembre, une escadrille de vingt-deux capronis, escortés d'avions de chasse Nieuport, bombarda l'arsenal du Lloyd et les hangars d'hydroplanes à Trieste. Après avoir lancé cent soixante-douze obus de gros calibre, correspondant à 5.000 kilogrammes d'explosifs, qui atteignirent le chemin de fer et des navires en construction dans les bassins, tous les avions rentrèrent indemnes à leur base respective.

Dans le Trentin, les Autrichiens transportent, au moyen de la ligne du Brenner, de nombreux renforts d'artillerie et d'infanterie vers le secteur du Trentin pour conjurer les effets des efforts italiens vers la ligne Trente-Bolzano. Les tirs continuels des Italiens empêchent toujours les Autrichiens de remettre en état la voie ferrée du Pusterthal passant par Toblach dans la vallée de la Drave supérieure.

Après une violente préparation d'artillerie, à laquelle les Autrichiens ne purent répondre qu'assez faiblement, l'armée italienne reprit son offensive sur le Carso où le front ennemi fut enfoncé sur de nombreux points : plus de deux mille prisonniers furent ainsi faits dans la seule journée du 15 septembre.

Ce succès a été complété par la brillante victoire du 11 octobre qui a conduit les Italiens à une vingtaine de kilomètres de Trieste en leur livrant 5.300 prisonniers et une importante partie du Carso. Pendant le même temps, au sud de Rovereto, dans le Trentin, les troupes du roi Victor-Emmanuel faisaient de nombreux prisonniers en reprenant les massifs montagneux perdus lors de l'offensive autrichienne du mois de mai

SUR LE FRONT BALKANIQUE
L'OFFENSIVE GÉNÉRALE EST ENGAGÉE

Les opérations sur le front balkanique méridional sont entrées à la fin de l'été 1916 dans la phase active. L'armée de Salonique, sous le commandement du général Sarrail, grossie par de nombreux contingents de presque toutes les nations alliées, pourvue d'un immense matériel était, dans la première quinzaine d'août, prête à entrer en action. Les différents corps d'armée qui la composent étaient déployés en éventail sur les positions qui environnent le camp retranché. A la gauche, de Florina jusqu'à la haute vallée de la Moglenica, le long de la frontière gréco-serbe, était rangée l'armée serbe réorganisée ; entre Guevguéli et Doiran, la majeure partie de l'armée française, sous le commandement du général Cordonnier; entre Doiran et la Strouma, le corps italien ; enfin, la gauche, le long de la Strouma jusqu'au golfe d'Orfano était tenue par l'armée britannique sous le commandement du général Milne. D'autres contingents français, anglais, russes, etc., devaient s'intercaler par la suite entre ces différents secteurs, suivant les nécessités de la bataille. Il ne s'agit pas ici, d'une guerre de tranchées, mais d'une guerre de mouvements.

GÉNÉRAL CORDONNIER

Adjoint au général Sarrail, commandant en chef de l'armée d'Orient, en remplacement du général Bailloud.

Du 15 au 18 août, des dispositions étaient arrêtées en vue d'une attaque générale. Mais les Bulgares, à la vue de la croissante activité de l'artillerie et des préparatifs de combat de l'infanterie alliée, prirent les devants et, le 17 août, ils passaient à l'offensive sur toute la ligne. Comme on le sut plus tard, ils étaient commandés par le feld-maréchal von Mackensen, qui paraît avoir reçu la direction de toutes les armées coalisées germano-bulgaro-turques sur le front balkanique. La portion de l'armée ennemie concentrée devant Salonique était et demeure composée presque exclusivement de Bulgares. Seuls, de faibles éléments de cavalerie et les services de l'artillerie lourde comprennent des Allemands. L'ensemble n'excède pas 200.000 hommes. Le plan de l'adversaire était évidemment de se ruer sur l'armée Sarrail avec toutes ses forces. de la battre et d'enfermer ses débris dans Salonique, puis de se retourner du côté de la Roumanie et de l'obliger à conserver la neutralité, si elle était disposée à adopter une autre attitude. Ce plan, très ambitieux, reçut, il faut le reconnaître, un brillant commencement d'exécution. Mackensen témoigna, une première fois, dans cette campagne balkanique, qu'il savait gagner ses adversaires de rapidité. Il lança les Bulgares aux deux extrémités de la ligne alliée, à l'est, dans la Macédoine orientale, où leurs progrès furent rapides, les garnisons grecques ayant reçu l'ordre de ne leur opposer aucune résistance, et les Alliés n'ayant pas dépassé la ligne de la Strouma; à l'ouest de Monastir, ils se ruèrent dans la direction de la passe de Vodena, qui commande toute la vallée du Vardar. Ils remportèrent d'abord de grands succès, et compromirent un instant les lignes, cependant fortes, de l'armée Sarrail.

Cette partie du front était occupée par les Serbes, dont les extrêmes avant-gardes, à la gauche, étaient installées, sans grande solidité, à Florina. Les éléments avancés n'étaient même pas composés de troupes régulières, mais de volontaires nés hors du royaume, dans la Serbie irrédimée, et qui avaient fui le despotisme autrichien ou bulgare pour servir la cause nationale. C'étaient des détachements de surveillance, comprenant des hommes courageux, mais sans valeur militaire, étant, au reste, dépourvus d'artillerie. Ils étaient appuyés dans leur rôle de vedettes par deux escadrons de cavalerie. Une ligne mince de troupes régulières s'étendait au nord, dans la direction du Krusograd. C'est ce léger rideau que les Bulgares bousculèrent le 17 août. Ils avancèrent en deux colonnes, dont l'une marcha le long du chemin de fer de Florina, l'autre à travers les montagnes du Kaïmackalan, contre l'aile droite des troupes serbes.

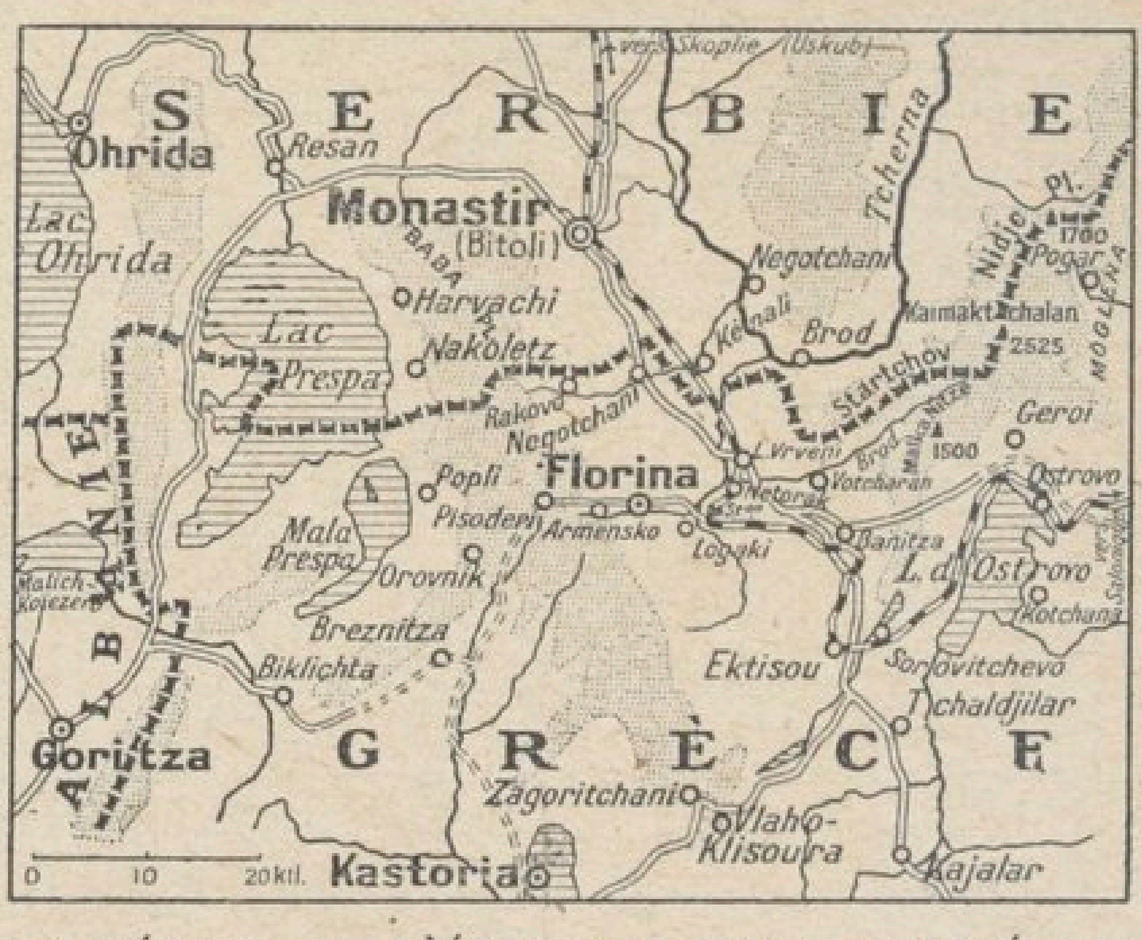
Dans la première direction, les soldats du général Boyadjeff furent tout prêts d'effectuer une trouée. Leurs forces étaient

d'abord estimées à 12 ou 15.000 hommes, mais, tous les jours, ces forces augmentèrent, jusqu'à former un ensemble d'un corps d'armée (30.000 hommes) soutenu par douze batteries d'artillerie et deux escadrons de cavalerie. Le 18 août, le commandant de la gauche serbe tenta une contre-attaque, mais devant l'écrasante supériorité numérique de l'ennemi, il battit en retraite jusqu'au chaînon de Malkanidjé. Malgré les trouées que l'artillerie serbe faisait dans leurs rangs, les Bulgares avançaient toujours. Le soir, une attaque en masse par six bataillons enleva une importante colline au nord de Banica, déterminant les Serbes à se replier sur leur extrême gauche, vers Cirova. Les Bulgares, après avoir pénétré ainsi dans la gauche serbe, concentrèrent leurs efforts sur la position montagneuse qui leur aurait assuré la maîtrise de la région entière, jusqu'à Ostrovo. Leur centre et leur gauche avancèrent pendant que les Serbes s'établissaient le long d'une deuxième rangée de collines en avant du lac d'Ostrovo. Les Bulgares, dans leur élan, atteignirent presque le sommet de la crête. Pour franchir la vallée intermédiaire, ils avaient dû sacrifier des centaines d'hommes. Ils combattaient avec un courage et une résolution désespérés. Ils semblaient se rendre compte que s'ils réussissaient à pénétrer jusque dans Vodena, ils menaçaient les communications de la droite serbe, restée dans les montagnes de Voroglena. La bataille fit rage autour de cette seconde crête pendant quarante-huit heures. L'extrême ténacité des Serbes finit par avoir raison de la férocité des Bulgares. Nos valeureux alliés se défendirent surtout à l'aide de grenades à main, pas plus grosses qu'une balle de golf, et qui atteignaient infailliblement leur but. Les attaques de l'ennemi s'affaiblirent graduellement à mesure que ses forces s'épuisaient. Les Serbes, alors, devenant plus agressifs, contre-attaquèrent avec vigueur. L'ennemi fut peu à peu repoussé. La grande offensive bulgare, qui avait commencé dans d'excellentes conditions, devait finalement s'arrêter sans autre avantage que la prise de Florina et de Banica.

LE VICE-AMIRAL DARTIGE DU FOURNET

Commandant en chef l'escadre française dans les eaux grecques.

Pendant ce temps, la droite serbe, dans la chaîne des montagnes située à l'est de la Cerna, autour des cimes de Vetrenik, de Kukuruz et du Kaïmackalan, avait, non seulement repoussé les attaques des Bulgares, mais pris une vigoureuse offensive. L'assaillant, fort de six bataillons, s'était présenté le 17 août, entre Pojar et Strupino, espérant déboucher dans la plaine de la Moglenica et tourner la passe de Vodena par le nord, tandis que sa droite l'atteindrait par l'ouest, c'est-à-dire par Banica et Ostrovo. Il éprouva un échec sanglant et se retira, laissant sur le terrain 400 morts. Les pertes totales étaient d'un millier d'hommes, c'est-à-dire le sixième de l'effectif engagé. Exploitant alors son succès, la droite serbe avançait sur les pentes du Kukuruz et du Kaïmackalan. Elle ne devait plus s'arrêter, malgré de violentes contre-attaques bulgares. Dès cet instant, la grande offensive ennemie dirigée par Mackensen était manquée, et malgré des efforts répétés et opiniâtres, les Bulgares ne purent la reprendre. Mackensen, du reste, abandonna, à la fin d'août, le théâtre de ses échecs pour se porter sur le terrain vierge de la Dobroudja, qui devait être d'abord plus favorable à ses lauriers.



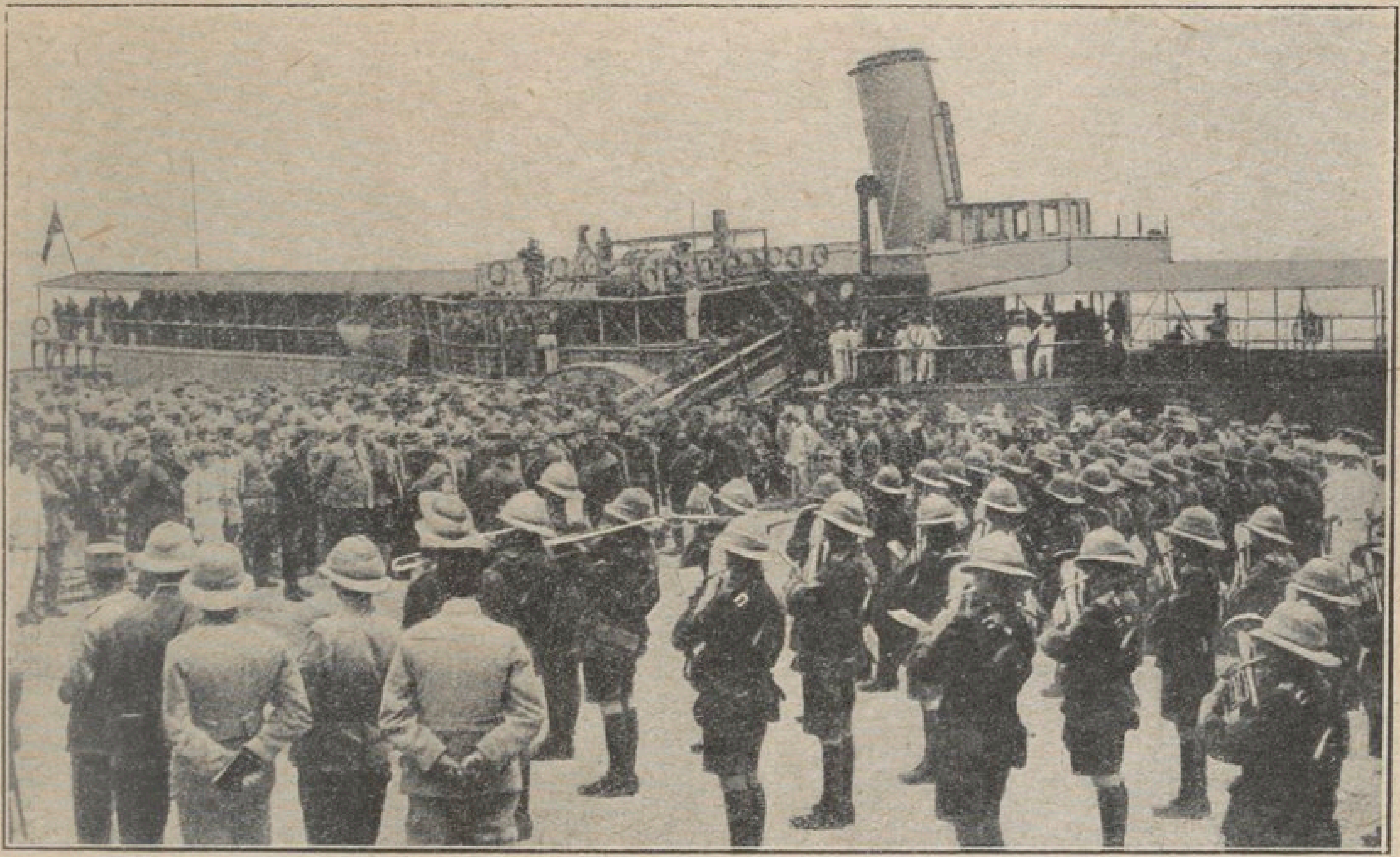
LA RÉGION OU S'ÉTEND LE FRONT ALLIÉ DIT DE MONASTIR

Ce front est occupé par des troupes franco-russo-serbes.

Au centre de leur ligne, les Alliés n'étaient pas restés inactifs. Les principales opérations s'étaient déroulées à gauche, dans la plaine de Doiran, à droite, dans celle de la Strouma. Ces deux dépressions sont séparées par un massif montagneux, le Dova-Tépé, où les mouvements de troupes et surtout d'artillerie sont des plus difficiles. Les monts Bélès, au nord, forment une autre barrière entre les deux vallées. Les Français avaient pris, le 16 août, la gare de

Doiran. Après un violent bombardement, les troupes britanniques s'emparèrent le 18 août de Dodjeli, à l'ouest de Doiran. Entre le lac Doiran et la Strouma, les troupes françaises (qui devaient être quelque temps après remplacées dans le secteur par un corps italien) progressant sur un front d'environ 15 kilomètres, enlevèrent les villages situés sur les contreforts des monts Bélès, Petka, Palmis, Sigovo, Matnica, puis Paroj-le-Haut. Toutes les contre-attaques bulgares furent complètement repoussées.

A l'est de la Strouma seulement, les Bulgares purent s'avancer, s'emparant des forts et des villes grecques de Lisé, de Bar-des troupes de la 6e division. Les Bulgares après l'avoir vainement sommé d'évacuer la ville, bombardèrent celle-ci pendant une heure et quart, puis lancèrent leur infanterie à l'attaque. Deux de leurs régiments étant parvenus à occuper des positions dominantes, ils sommèrent de nouveau l'intrépide colonel grec d'évacuer la ville et d'abandonner toute son artillerie, ses armes et ses munitions. Christodoulos refusa péremptoirement, prescrivit, au contraire, à ses troupes d'occuper les positions couvrant les abords de Sérès, et lança l'ordre de mobilisation à tous les réservistes et territoriaux de la région. Des centaines d'hommes



LE DÉBARQUEMENT D'UN CONTINGENT DE TROUPES RUSSES A SALONIQUE

cista, de Drama, se dirigeant au sud, vers Cavalla, port hellénique sur la mer Egée, par eux convoité depuis longtemps.

Le 20 août, un détachement de couverture français qui avait franchi la Strouma dans la direction de cette dernière ville et avait attaqué les Bulgares pour retarder leur marche, s'était replié sur la rivière, après avoir reconnu que les forces ennemies étaient de plus d'une division. Les Alliés se bornèrent de ce côté à tenir solidement les passages de la Strouma. Parmi les troupes grecques, les unes — et ce fut la majorité — rendirent sans combat les forts avec leurs canons ; d'autres opposèrent une honorable résistance, comme le commandant Changas, qui se fit tuer avec tous ses hommes à l'exception de deux, au fort de Startila, et comme le brave colonel Christodoulos, qui se défendit héroïquement à Sérès, avec une partie accoururent à son appel. Ce n'est qu'après un violent combat que, cédant devant le nombre, le colonel Christodoulos se retira à Cavalla avec toute son artillerie, ses troupes intactes et plusieurs milliers de volontaires qui devaient plus tard se rendre à Salonique pour y épouser la cause nationale grecque et rejoindre le front des Alliés.

La fin du mois d'août n'était plus marquée que par de très rudes engagements à la gauche des Alliés, où les Serbes continuaient à progresser par leur droite à Vetrenik et, à leur gauche, réoccupaient, après un brillant combat, la hauteur 1.506, à 5 kilomètres au nord-ouest du lac d'Ostrovo.

Après une dizaine de jours de ralentissement, les opérations reprennent avec vigueur le 12 septembre. Cette fois, ce sont les Alliés qui attaquent sur toute la ligne. Ils avaient sur les Bulgares, non seulement l'avantage

du nombre et de l'armement, mais encore celui d'une position plus favorable. Toutes les parties de leur ligne pouvaient communiquer facilement entre elles, tandis que la droite bulgare à Monastir, le centre à Guevguéli, la gauche à Sérès n'étaient en relations que par des voies très détournées. Le général Sarrail porta d'abord ses efforts sur la droite bulgare, et résolut de lui faire payer cher le succès passager qu'elle avait remporté le 18 août à Florina. Mais auparavant, il laissa l'ennemi dans l'incertitude sur le point où il prononcerait sa véritable attaque.

Le 10, les Alliés faisaient une démonstration sur la rive gauche de la Strouma, où ils enlevaient le village de Nevoljen ; au centre, un vif combat s'engageait sur le Vardar, où les troupes britanniques capturaient Matchukovo, tandis que les Français entamaient à deux reprises les tranchées ennemies sur 800 mètres de profondeur. Le 15 seulement, le gros de la bataille paraissait s'être porté vers l'aile gauche, où la gauche serbe enlevait, à l'ouest du lac d'Ostrovo, les villages de Garnicevo et d'Eksisu, capturant 32 canons aux Bulgares, puis elle franchissait le Brod et attaquait les crêtes qui la séparaient de la plaine de Monastir. La droite de nos alliés se jetait au nord sur le formidable massif du Kaïmackalan, qui, de 2.517 mètres, domine toute la région. Le 17, d'un seul élan, elle enlevait toute la première ligne bulgare. Pendant ce temps, à l'extrême aile gauche, débouchait un imposant corps d'armée franco-russe, qui écrasait les forces bulgares réparties sur le front Rosni-Florina. L'ennemi opposait une résistance acharnée pendant toute la journée du 17 et la nuit suivante, mais malgré des contre-attaques multipliées et des charges de cavalerie, le 18, il devait céder. La ville de Florina était prise d'assaut, à dix heures du matin, par les Français. L'armée de Boyadjeff se repliait en désordre vers le nord.

Toutefois, les hauteurs des environs immédiats de Florina, celles de Pisoderi et du couvent Saint-Marco lui fournirent encore pendant quelques jours des moyens de défense qu'elle utilisa jusqu'au bout avec une sauvage énergie. Boyadjeff lançait en même temps une contre-attaque contre les Serbes, dans la région de la rivière Brod, mais il ne réussissait qu'à faire faucher ses troupes par les feux de nos 75. La droite serbe remportait le 19 un nouveau succès éclatant : elle enlevait la côte 2.625, la plus haute crête du Kaïmackalan, organisée défensivement par l'ennemi. Après une lutte acharnée allant jusqu'au corps à corps, l'infanterie serbe restait maîtresse de la position, couverte par les cadavres des Bulgares. Les vaincus ne laissaient entre les mains des vainqueurs, tant la mêlée avait été farouche, qu'une centaine de prisonniers.

LA RÉGION DE DOIRAN-CENTRE

Sur ce front opèrent les Italiens, les Britanniques et diverses formations alliées.

Ce brillant succès avait une importance capitale. Toute la gauche bulgare était appuyée sur le Kaïmackalan. Après l'avoir privée de cette position essentielle, les Serbes, déjà maîtres de la partie nord du massif, pouvaient descendre dans la vallée de la Cerna et menacer Monastir par le nord-est, tandis que, de Florina, les troupes franco-russo-serbes de l'extrême gauche alliée s'avanceraient directement vers la ville. Les Bulgares ont tout mis en œuvre pour retarder la capture de Monastir. Ils ont savamment utilisé toutes les difficultés du terrain, mais les Alliés ont, lentement il est vrai, détruit et occupé les uns après les autres toutes leurs lignes de retraite successives. Les Bulgares se sont défendus en très bons soldats ; toutefois, ils apparaissent moins vaillants dans la défensive que dans l'offensive, et surtout leur résistance au bombardement de l'artillerie lourde a été inférieure à ce que l'on pouvait attendre d'eux.

Du 20 au 30 septembre, l'ennemi tenta, avec une sombre résolution, de ressaisir l'avantage. Il multiplia les contre-attaques, depuis le Vardar jusqu'à l'ouest de Florina. Contre les hauteurs du Kaïmackalan, il échoua sous les feux de l'artillerie serbe.

Le 20, il parut prendre pied sur la rive gauche du Brod et quelques-uns de ses éléments pénétrèrent même dans Boresnica, mais ils en furent rejetés peu après pour n'y plus revenir. Le 21, ce furent les positions françaises au nord de Florina qu'il tâta, à son grand dommage. Le 23, il subissait un échec particulièrement grave sur les positions russes aux abords de la côte 1.550.

Pendant ce temps, les Serbes réalisaient de nouveaux progrès au delà du Brod, avançaient vers Vrbeni ; ils enlevaient les cimes de la frontière au nord de Krusograd et poussaient de l'avant au nord-ouest du Vrbeni, couvrant Kenali, le bastion avancé de Monastir, était profondément entamé par les Français et les Russes. Aux premiers jours d'octobre, l'ennemi était rejeté sur la ligne de Kenali. En même temps les Serbes, descendant du Kaïmackalan, attaquaient les Bulgares sur leur position suivante, du Starkov-Grob, et, le 3 octobre, les contraignaient à l'évacuer précipitamment. Cette retraite obligeait l'adversaire à abandonner sur sa droite les importantes localités de Krusograd et de Sovitch. La première est encore en territoire grec, mais la deuxième se trouve à quatre kilomètres

UNE TRANCHÉE FORTEMENT ORGANISÉE, DANS LE SECTEUR ANGLAIS

Kaïmackalan. De leur côté, les troupes françaises pénétraient dans Petorak, au nord de Florina, tandis que les Russes nettoyaient le terrain au nord-ouest d'Armenesko. Les 27, 28 et 29 septembre, les Bulgares, dont l'obstination fut remarquable, revenaient à la charge contre le Kaïmackalan. Ils ne parvenaient qu'à faire replier sur un point les lignes avancées serbes. Nos vaillants alliés, dont on n'admirera jamais assez le courage et l'ardeur infatigable pendant toute cette rude campagne, prenaient une éclatante revanche le 30 ; ils réoccupaient tout le terrain perdu, enlevaient une cime aux Bulgares, qui laissaient une batterie de montagne complète entre leurs mains.

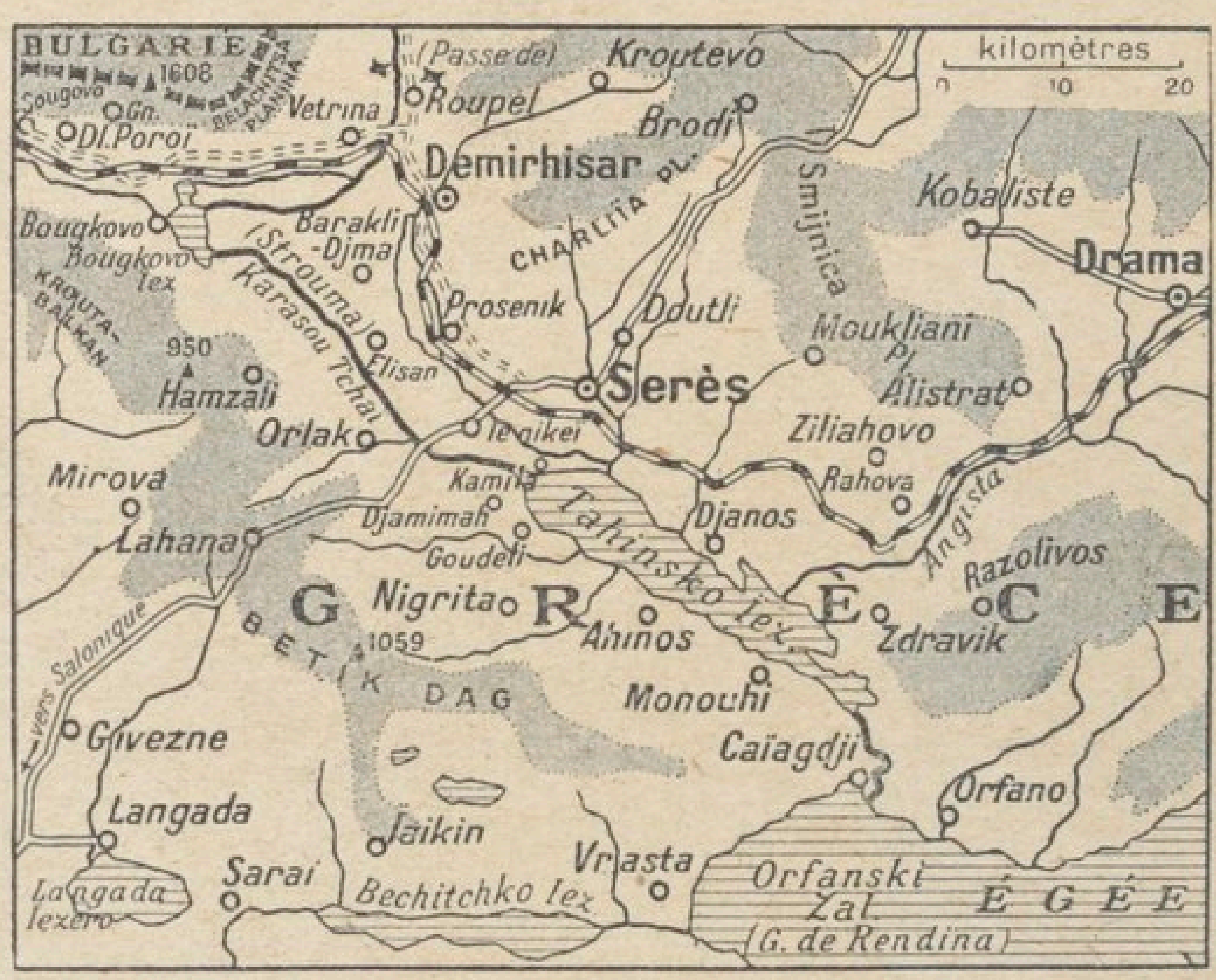
Au nord de Florina, le front de résistance bulgare, passant par Armenesko, Petrorak, au delà de la frontière, sur le territoire de la Nouvelle-Serbie, conquise sur les Turcs en 1912, conservée contre les Bulgares en 1913. On juge avec quelle joie les héroïques troupes serbes foulèrent à nouveau la terre de la patrie!

En même temps, elles franchissaient la Cerna-Reka et parvenaient jusqu'à Kenali, à 15 kilomètres de Monastir. Les avancées de cette ville, transformée par les Bulgares en un vaste camp retranché, tombaient aux mains des Alliés. Après ce succès de la droite, le centre et la gauche franco-russes avançaient à leur tour, enlevant Posideri, puis Prespi, près du lac Prespa. La droite bulgare, installée sur le nœud montagneux du Cicevo, est débordée par l'arrivée des troupes françaises à Bouf. La droite serbe, continuant à avancer, escalade la Dobro-

polse, sur la rive gauche de la Cerna, enlève la ville de Brod, que les Bulgares reprennent un instant, et que nos alliés réoccupent le 12 octobre en faisant des prisonniers.

Bref, dans la première quinzaine d'octobre, Monastir pouvait être considérée comme investie au sud, au sud-ouest, à l'est et au nord-est. Par leur marche le long de la Cerna, les Serbes menacent Prilep et les passes de la Babouna, c'est-à-dire les communications de l'armée bulgare de Boyadjeff avec la vallée du Vardar.

Au centre et à l'aile droite de l'armée alliée, les opérations prenaient une tournure tout aussi favorable qu'à la gauche. Les Bulgares tentèrent dans le courant de septembre un coup inattendu contre le corps italien établi sur les pentes sud des monts Bélès. Mais la surprise avait été courte et la ligne promptement rétablie. A la gauche de ce secteur, les Français progressaient du reste d'une manière lente mais assez continue à l'ouest de Doiran. Partant de Ljumnica, ils enlevaient la chaine du Majadag, et, le 12 octobre, ils s'avançaient vers l'ouest de Guevguéli, pénétrant en territoire serbe. Ce mouvement, fait en jonction avec la droite serbe, est de nature à inquiéter encore davantage l'armée bulgare de Monastir, car les Français, en remontant la vallée du Var dar jusqu'à Demir-Kapou, qui n'est qu'à 40 kilomètres de Guevguéli, couperaient cette armée, qui est relativement forte, de celles qui opèrent au centre et à la gauche (bulgare), sur la Stroumitza et la Strouma.



LE FRONT EST, DIT « DE LA STROUMA »

Ce secteur est entièrement occupé par les troupes anglaises.

A l'aile droite des Alliés, les troupes britanniques ont pris brillamment l'offensive, et depuis le milieu de septembre, ont également marqué des progrès ininterrompus qui les ont amenés aux portes de Sérès. Jusqu'à la fin de septembre, la Strouma, grossie par les pluies, fut d'un passage difficile. Toutefois le 30, une action énergique, accomplie sous le couvert d'un violent bombardement permit à nos alliés de se porter au delà du fleuve, et de capturer les villages de Karadjakoï-Bala et de Karadjakoï-Zir, près de la grande route de Sérès.

Le 3 octobre, à cinq heures du matin, nos alliés enlevaient Yenikeni, de l'autre côté de la route de Sérès, à la hauteur des deux villages déjà capturés. Trois bataillons bulgares, amenés par chemin de fer, tentèrent de reprendre la position, mais durent bientôt se disperser, La rive gauche de la Strouma était occupée jusqu'à la hauteur d'Haznatar, à 15 kilomètres de Demir-Hissar. Au nord du lac Tahinos, les villages de Kakaraska, Salmah, Hamondes tombaient au pouvoir des vaillantes troupes du général Milne. Le 10 octobre, celles-ci réoccupaient Nevoljen, et le 12, leur cavalerie était devant Sérès.

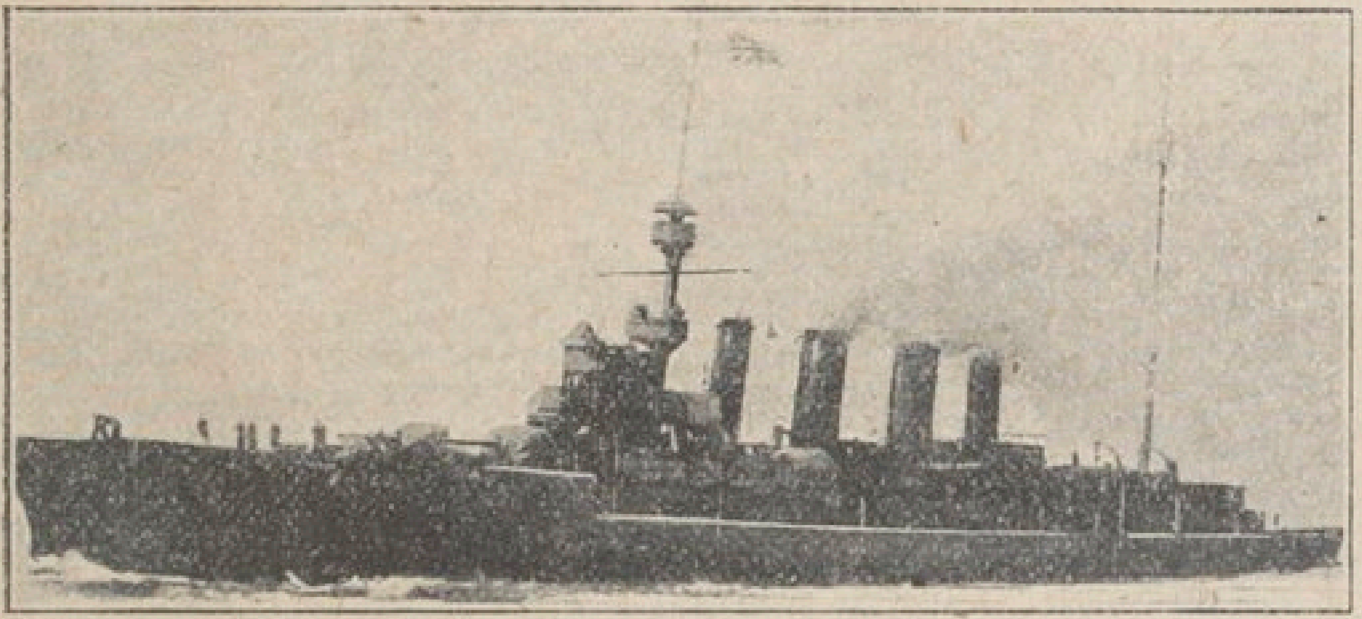
Les Progrès italiens en Albanie

Les évolutions du corps italien de Vallona, dans l'Albanie du sud, se rattachent étroitement aux opérations de l'armée de Salonique.

D'abord, dans l'intention de priver les sous-marins ennemis des bases de ravitaillement qu'ils trouvaient sur quelques points du littoral de l'Epire, la flotte italienne débarqua des contingents à la fin d'août à Porto-Palermo. Santi-Quaranta fut ensuite occupée. En même temps, les troupes de terre progressaient à l'est et au sud de Vallona, dans la vallée de la Vojussa. La cavalerie s'établissait à Argyrocastro, d'où les autorités grecques, installées d'ailleurs sans mandat régulier, se retirèrent à Janina. Le 11 octobre, les Italiens étaient à Premeti, à 80 kilomètres de Vallona et à 100 kilomètres dans l'ouest de Florina. L'Autriche et les Bulgares ayant complètement dégarni l'Albanie, rien, hormis les difficultés des routes et les dispositions des habitants, n'interdit aux soldats du roi Victor-Emmanuel de faire, un jour prochain, leur jonction avec la gauche de l'armée Sarrail sous Monastir.

LES ÉVÉNEMENTS DE MER

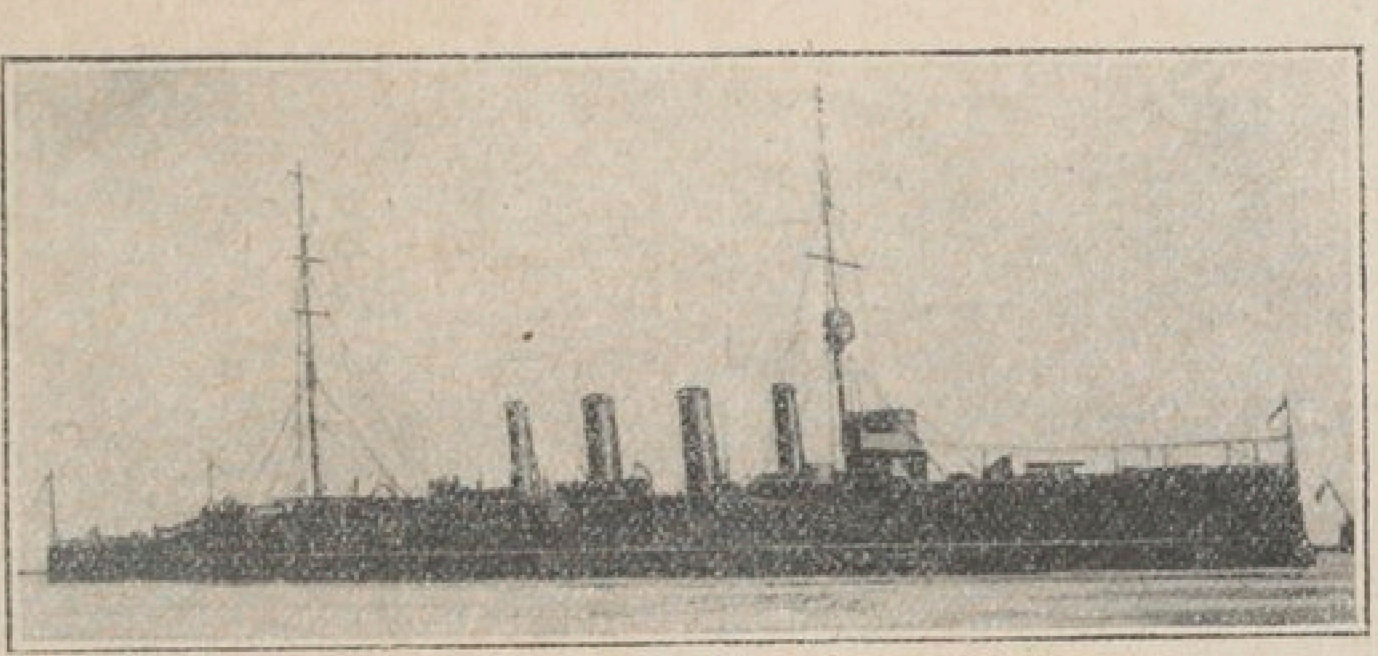
Pendant la période qui s'est écoulée depuis notre dernier examen des opérations maritimes, la guerre navale s'est singulièrement ralentie, et il faut en voir la raison dans le soin qu'ont pris les Allemands de tenir leur flotte de guerre à l'abri des surprises et des coups. Nous ne savons ce qu'on en pense dans les pays germaniques, mais il semble impossible que l'opinion ne s'y montre pas surprise, sinon irritée, de l'inaction de ces escadres qui devaient dominer les mers. Cette apathie suffirait à elle seule, si les rapports de nos alliés n'avaient pas fait la lumière sur ce point, à démontrer que le rude combat du 31 mai ne fut point une victoire pour l'ennemi. Il reçut là, au contraire, une leçon dont il a évidemment gardé mémoire, et qui lui a inspiré une prudence extraordinaire. Ceci ne signifie pas qu'il a renoncé absolument à la pratique de la piraterie sous-marine, s'exerçant indistinctement, mais toujours avec la même brutalité et le même mépris du droit, contre les bateaux de commerce des nations belligérantes et des peuples neutres. On ne compte plus le nombre des navires danois norvégiens, suédois, hollandais, espagnols ou grecs, coulés par les Allemands, en dépit des protestations soulevées par ces actes de brigandage. Quelques rares représailles ont été exercées, là où elles étaient possibles. C'est ainsi que dans la première quinzaine du mois d'août, conformément à des instructions de son gouvernement, un croiseur suédois a canonné et coulé un sous-marin allemand qui s'était aventuré dans les eaux territoriales de la Suède. Le plus souvent, les attentats germaniques ont été supportés avec une inertie dont il n'est pas très difficile d'analyser les causes, mais qui ne subsistera peut-être pas toujours.



LE CROISEUR LÉGER ANGLAIS « NOTTINGHAM »

Coulé dans la mer du Nord par la flotte allemande, au cours du combat naval du 19 août 1916.

Le seul engagement naval sérieux de la dernière période a eu lieu le samedi 19 août dans la mer du Nord. La flotte allemande de haute mer dessina une sortie, mais, à l'annonce de la présence de nombreuses unités anglaises, elle évita l'engagement et se hâta de retourner au port. Telle fut, du moins, la version officielle. On peut se demander, toutefois, si la sortie de la flotte allemande n'était pas une simple manœuvre ayant pour but d'attirer les navires britanniques sur des champs de torpilles. Quoi qu'il en soit, en recherchant l'ennemi, nos alliés perdirent deux croiseurs légers, le *Falmouth*, capitaine Edward, et le *Nottingham*, capitaine Miller. Les équipages et les officiers de ces deux navires, coulés par des sous-marins, furent sauvés, à l'exception de 38 hommes du second. En revanche, deux sous-marins ennemis furent détruits, et le sous-marin anglais *E-23*, commandant Robert Turner, torpilla et probablement coula, malgré les dénégations de la presse allemande, un cuirassé du type *Nassau*. Comme toujours, l'ennemi dénatura la vérité, prétendant qu'un destroyer avait été coulé et un cuirassé endommagé, ce qui

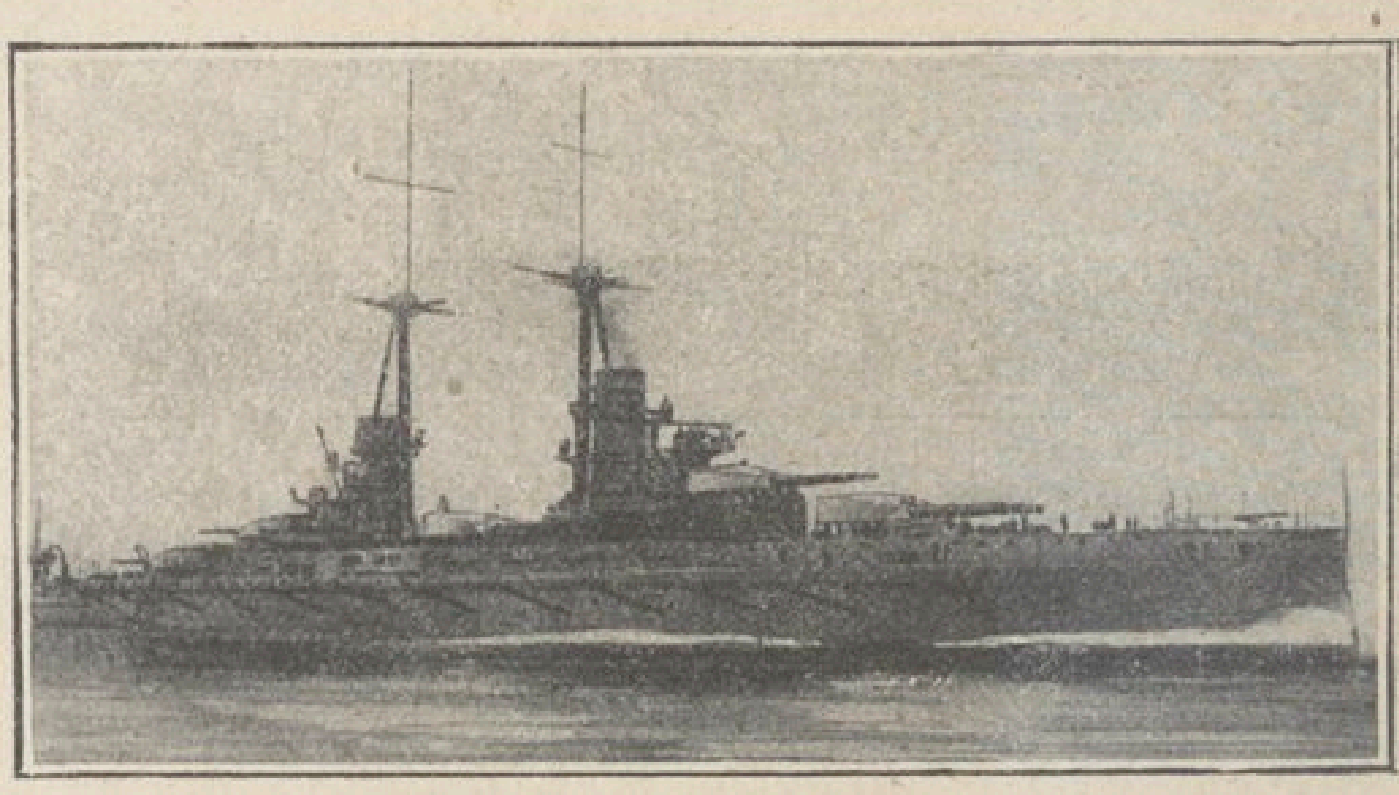


LE CROISEUR LÉGER ANGLAIS « FALMOUTH »

Coulé au cours du même combat.

était entièrement faux. Au total, la perte du *Nottingham* et du *Falmouth* porte à cinq le chiffre des croiseurs légers britanniques détruits depuis le commencement de la guerre ce qui représente moins de dix pour cent du total de ces bâtiments, tandis que les pertes correspondantes de la flotte allemande sont de trente-cinq pour cent.

Nous ne quitterons pas ce sujet des pertes navales sans signaler celle du sous-marin français *Foucault*, qui s'était distingué en diverses circonstances, et qui fut coulé dans l'Adriatique, le 17 septembre, par des hydravions autrichiens. L'équipage fut entièrement sauvé. Précédemment, le 2 septembre, la marine de guerre italienne avait subi un dommage plus considérable. A la suite d'un incendie à bord, suivi d'une explosion violente, le grand cuirassé *Léonardo da Vinci* coula par douze mètres de fond, entraînant avec lui 21 officiers sur 34 et 227 hommes sur 1.156. Les causes de cette catastrophe demeurèrent imprécises; cependant, des premiers renseignements recueillis, il parut résulter qu'on ne pouvait l'imputer à la malveillance. Le gouvernement italien, afin de donner toute satisfaction à l'opinion publique, n'en nomma pas moins une commission spéciale dont les travaux et la conclusion n'ont pas encore été publiés au moment où nous écrivons.



LE CUIRASSÉ ITALIEN « LEONARDO DA VINCI »
Incendié accidentellement et coulé le 2 septembre 1916.

Indépendamment des actions dont nous venons de parler et des torpillages d'inoffensifs navires de commerce non armés et, conséquemment, incapables de se défendre, quelques vaines attaques des sous-marins allemands se sont produites contre des chalutiers britanniques releveurs de mines ou patrouilleurs, tandis que d'autres échappaient au bombardement des zeppelins. D'ailleurs, de nombreux bateaux, poursuivis et canonnés par les sous-marins ennemis, soit dans la mer du Nord et la Manche, soit dans la Méditerranée, échappèrent aux assaillants. Parmi eux, on peut citer particulièrement le paquebot le *Caucase*, des Messageries maritimes qui, grâce au sang-froid de son capitaine, rentra au port sans avarie.

Le transatlantique *Franconia*, de la compagnie Cunard, fut moins heureux : le 4 octobre, un sous-marin ennemi le coulait traîtreusement. Douze matelots seulement furent noyés sur 340 hommes d'équipage.

Au total, malgré tout le tapage fait en Allemagne autour de la guerre sous-marine, qui devait assurer la ruine de l'Angleterre, il apparaît que non seulement cette guerre n'a point donné le résultat que l'ennemi en attendait, mais que les pertes allemandes atteignent une proportion sensiblement plus élevée que celles des Alliés. Ceci n'est pas une simple affirmation, mais repose sur une statistique de tous les navires marchands coulés ou saisis depuis le commencement des hostilités jusqu'à la fin d'avril 1916. Nous y voyons que sur 1.343 vapeurs possédés par les lignes allemandes, il ne leur en restait plus que 395 à cette dernière date. Tout le reste avait été détruit ou était passé sous d'autres pavillons. En somme, tandis que les pertes des Alliés ne dépassent pas une proportion minime, celles de l'Allemagne atteignent près d'un quart de son matériel.

Il est sans doute inutile de rappeler le bluff ridicule auquel se livrèrent nos adversaires, à propos de leur fameux sous-marin de commerce *Deutschland*, qui, ayant quitté Baltimore le 1er août, arriva à Brême le 23, avec une cargaison de caoutchouc, de nickel, d'or et de cuivre. La presse germanique s'écria que le blocus était rompu, brisé, et le ravitaillement de l'Allemagne assuré. En fait, c'était une expérience coûteuse et difficilement renouvelable. Le cas du *Bremen* en est la preuve, car cet autre sous-marin commercial, parti pour les Etats-Unis peu de temps après le *Deutschland*, n'avait pas encore fait parvenir de ses nouvelles à la fin du mois de septembre. Cependant, le 7 octobre, le sous-marin de guerre allemand *U-53* faisait son apparition dans le port de Newport (Etats-Unis), où il séjournait le temps de renouveler sa provision d'essence. Les progermains exultèrent.

La première semaine d'octobre 1916 a été marquée par une nouvelle série de torpillages exécutés un peu dans toutes les mers européennes. Le plus déplorable pour notre marine est celui du *Gallia*, coulé le 4 octobre dans la Méditerranée. On compte environ 600 victimes, Français et Serbes.

De son côté, le fameux *U-53* a mis à profit son passage au large de la côte américaine pour couler, le lendemain même de son départ de Newport, cinq ou six bâtiments de commerce naviguant sous divers pavillons.

L'AVIATION FRANÇAISE TRIOMPHE MAGNIFIQUEMENT

Les exploits nocturnes et criminels des zeppelins

Si, comme nous le disons d'autre part, la guerre navale a été peu active pendant les mois d'août et de septembre, il n'en a pas été de même pour la guerre aérienne. Elle a pris, au contraire, et surtout de notre côté, une ampleur considérable, et les Allemands eux-mêmes ont dû reconnaître l'absolue supériorité de notre aviation. Alors que leurs appareils se font plus rares, et s'élèvent difficilement au-dessus de nos lignes, les nôtres survolent incessamment les positions de l'adversaire et renseignent avec sûreté une artillerie dont il devient puéril de faire l'éloge. Il nous suffira de placer sous les yeux de nos lecteurs une trop rapide revue chronologique des faits pour justifier les affirmations qui précèdent.

L'AVIATEUR ROBINSON

Dans la nuit du 3 au 4 septembre, il abattit un grand zeppelin près de Londres.

Dans la nuit du 12 au 13 août, nos escadrilles de bombardement lançaient 120 obus de gros calibres sur la gare de Metz-Sablons, les ateliers de chemin de fer et les casernes de Metz. Ceci, c'est de l'aviation militaire. Voici la manière allemande : le même jour, des avions ennemis bombardaient un dispensaire et l'hospice civil de Reims, tuant six personnes parmi la population. Par contre, nos aviateurs continuaient à se distinguer ; dans les journées des 17 et 18 août, Guynemer abattait son treizième et son quatorzième appareils allemands, tandis que le sous-lieutenant Heurteaux obtenait les honneurs du communiqué pour son cinquième avion. Malheureusement, à la même date, nous avions à déplorer la mort d'un des plus populaires héros de l'aéronautique française, le sympathique Brindejonc des Moulinais, le vainqueur de tant de sensationnelles épreuves, tué dans un accident dû à la rupture de l'un des organes essentiels de son appareil, alors qu'il accomplissait un vol dans la région de Verdun. Il n'était âgé que de vingt-quatre ans.

Le 22 août, sur le front de la Somme, l'aviateur Dorme abattait deux avions, à quelques heures d'intervalle, tandis que de nombreux appareils ennemis étaient également descendus sur l'ensemble du front. Les Allemands reconnaissaient, d'ailleurs, que leurs pertes aériennes étaient sensibles et que nous possédions sur eux une incontestable supériorité.

Deux jours plus tard commença la nouvelle série des expéditions de zeppelins contre l'Angleterre. Il y avait longtemps qu'on n'avait plus entendu parler des dirigeables allemands, fort éprouvés dans leurs raids. En effet, le 22 août, le major Baird, représentant de l'aviation anglaise, déclarait aux Communes que depuis le commencement de la guerre, les Alliés avaient détruit trente-cinq zeppelins. Dans la nuit du 24 au 25 août, six dirigeables survolèrent les côtes est et sud-est de l'Angleterre, où ils lancèrent une trentaine de bombes. L'un d'eux put s'approcher des faubourgs

DÉBRIS DU ZEPPELIN DESCENDU A CUFFLEY

de Londres, où il jeta des projectiles incendiaires. Les dégâts matériels furent assez considérables, et il y eut, en outre, huit morts et une vingtaine de blessés, en majorité des femmes et des enfants en bas âge.

SOUS-L^{t} HEURTEAUX

Au 25 septembre 1916, il avait abattu son huitième avion.

Le 26 août, des hydravions anglais exécutèrent une heureuse attaque des hangars à zeppelins installés près de Namur. Le même jour, sur l'ensemble du front français treize appareils ennemis étaient abattus. Nungesser descendait son onzième, et Dorme, son septième. Ce dernier abattait son huitième, trois jours plus tard, le 29. Dans cette journée, l'ennemi perdait dix de ses avions. La période des grands bombardements s'ouvrait de nouveau le 3 septembre ; nos escadrilles criblaient de projectiles les gares de Mézières-les-Metz, de Metz-Sablons, Conflans, Sedan, Audun-le-Roman, les cantonnements et dépôts de Ham Nesles, Guiscard, Athies, les établissements militaires de Metz, etc. ; la gare de Metz-Sablons reçut pour sa part 86 obus de 120. Les dépôts, gares et bivouacs ennemis de Roisel, Athies et Villecourt, recevaient à leur tour de nombreux obus de gros calibre dans la nuit du 6 au 7 septembre, tandis que de multiples combats, se terminant presque toujours à notre avantage, se produisaient sur le front de la Somme. Ce fut dans un de ces combats qu'un de nos avions, attaqué par quatre appareils allemands, réussit à s'en débarrasser, précipitant l'un d'eux sur le sol. Guynemer abattait son quinzième avion et Lenoir recevait la croix à la suite de son quatre-vingt-onzième combat aérien.

ADJUDANT DORME

Au 10 octobre 1916, son « tableau » se composait de treize avions allemands.

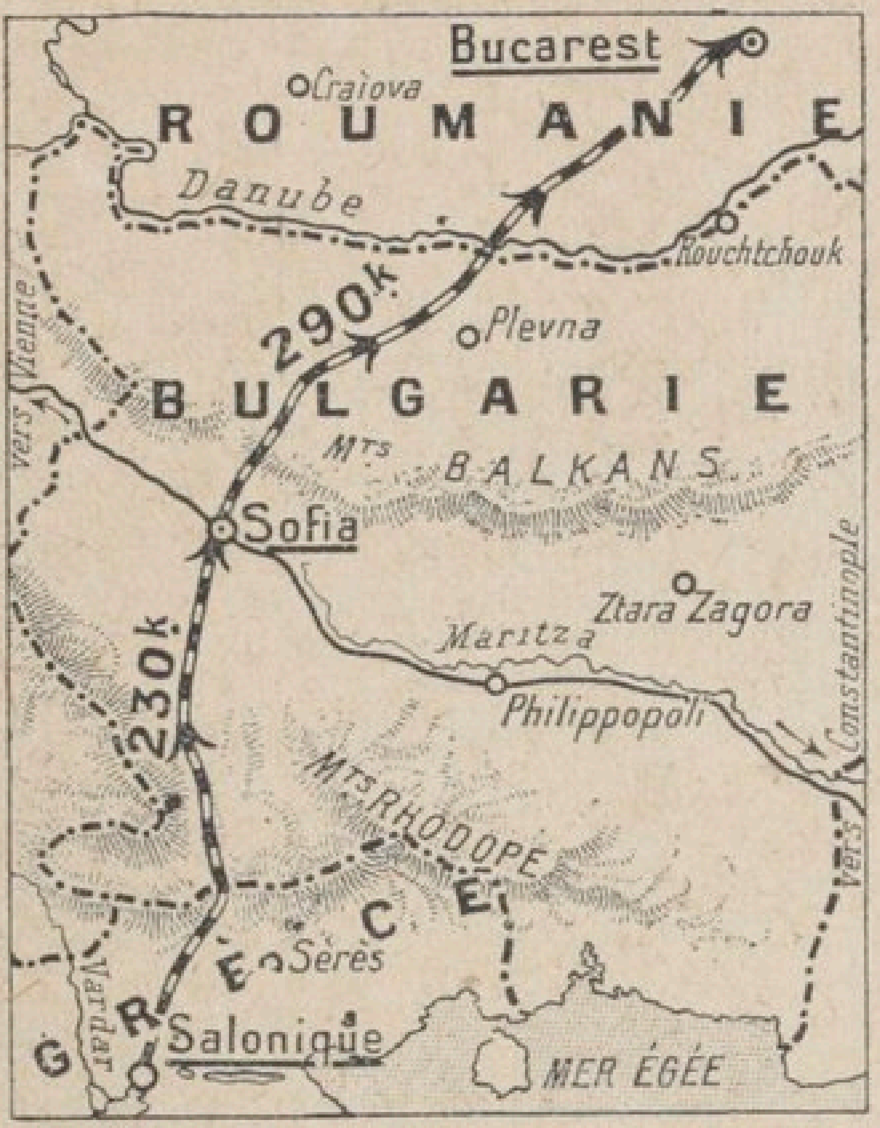
Entre temps, dans la nuit du 2 au 3 septembre, une véritable flotte de zeppelins, comprenant treize unités, attaquait les côtes orientales de l'Angleterre, ayant pour but la ville de Londres et les centres industriels de la région du Centre. L'insuccès de cette grosse entreprise fut complet ; aucun des centres menacés ne fut atteint, et si l'on eut à déplorer quelques morts et la destruction d'une trentaine de maisons, les agresseurs, en revanche, perdirent un de leurs dirigeables qui fut bombardé par l'aviateur Robinson et tomba sur le sol, à Cuffley. Tout son équipage fut carbonisé. Le lieutenant Robinson, âgé de vingt et un ans, s'était déjà fait remarquer par son adresse et son audace. Cet exploit lui valut, indépendamment d'une décoration décernée par le roi d'Angleterre, un ensemble de 62.500 francs de primes, promises par diverses notabilités à l'aviateur qui abattrait le premier zeppelin sur le territoire britannique. L'acte de Robinson avait été d'autant plus remarquable que, pour l'accomplir, il lui avait fallu s'exposer au feu terrible que les canons antiaériens anglais dirigeaient de terre contre le zeppelin.

SOUS-LIEUT. DEULLIN

Au 22 septembre 1916, il comptait sept avions ennemis à son actif.

Dans la nuit du 9 au 10 septembre, l'adjudant-pilote Baron et l'adjudant Emmanuelli exécutèrent un raid brillant en allant bombarder la poudrerie de Rottweil, sur la rive droite du Rhin. Au cours de cette même nuit, une de nos escadrilles lança 480 bombes sur les gares et les dépôts ennemis de la région de Chauny. La veille, Dorme avait abattu son neuvième avion sur le front de la Somme. Le 11, tandis que certains de nos aviateurs jetaient 104 obus sur des cantonnements et des dépôts ennemis voisins de Somme-Py, et lorsque d'autres bombardaient les casernes et l'aérodrome de Sarrebourg, dix de nos appareils lançaient 60 obus de gros calibre sur des usines militaires importantes, au sud de Bruges. Signalons encore le gros bombardement des gares et des voies ferrées de Tergnier et de Chauny, ainsi que celui d'une usine de munitions à Dollingen,

vallée de la Sarre et des hauts fourneaux de Rombach, dans la nuit du 14 au 15. La journée du 15 fut marquée par la chute du seizième avion de Guynemer, du douzième de Nungesser, des sixièmes de Heurteaux, Deullin et de Rochefort. Ce dernier, par malheur, ne revint pas d'une nouvelle expédition, et l'on ignore encore s'il est mort ou prisonnier. Quant aux aviateurs britanniques du front de la Somme, ils secondaient brillamment leurs camarades français, remportant chaque jour de nouvelles victoires. Ils en comptèrent treize, à cette date du 15 septembre. Le lendemain, nous bombardions efficacement les hauts fourneaux d'Utkingen, ceux de Rombach, les usines de la région de Nordlingen, les voies ferrées et les bifurcations voisines de Metz, ainsi que les gares de Spincourt et de Longuyon.



LE TRAJET AÉRIEN EFFECTUÉ PAR LES AVIATEURS NOËL ET LESEN

Le 14 septembre, en représailles des bombardements de Bucarest par des aviateurs allemands et des zeppelins, quatre de nos pilotes, partis de Salonique, parvinrent dans la capitale roumaine, ayant accompli un voyage de plus de 500 kilomètres, au cours duquel ils lancèrent des bombes sur Sofia. Avec ces bombes, les aviateurs français lancèrent une proclamation informant les habitants de Sofia des crimes commis à Salonique et à Bucarest, les prévenant que de semblables représailles se renouvelleraient aussi souvent qu'il le faudrait. On peut dire avec raison que tout le caractère de la guerre aérienne des Alliés tient dans ces paroles, car il est bien vrai que nos escadrilles ne bombardent que les établissements militaires de l'ennemi, ses gares, ses usines, ses dépôts de munitions, etc. Mentionnons au passage, pour la seule journée du 22 septembre, cinquante-six combats aériens en Picardie ; au cours de ces combats, l'adjudant Dorme abattit son onzième avion, Deullin son septième, Tarascon son sixième, tandis que Lenoir descendait son dixième dans la région de Verdun. Il convient de noter cette particularité curieuse que le vaillant adjudant Tarascon est amputé d'une jambe. Quant à l'adjudant Baron, dont nous signalons plus haut le raid sur Rottweil, il allait lancer plusieurs bombes sur une importante usine de Mannheim (rive droite du Rhin) où se produisait aussitôt un incendie considérable.

L'AVIATEUR L. NOEL

Avec le lieutenant Lesen, il effectua le raid Salonique-Bucarest.

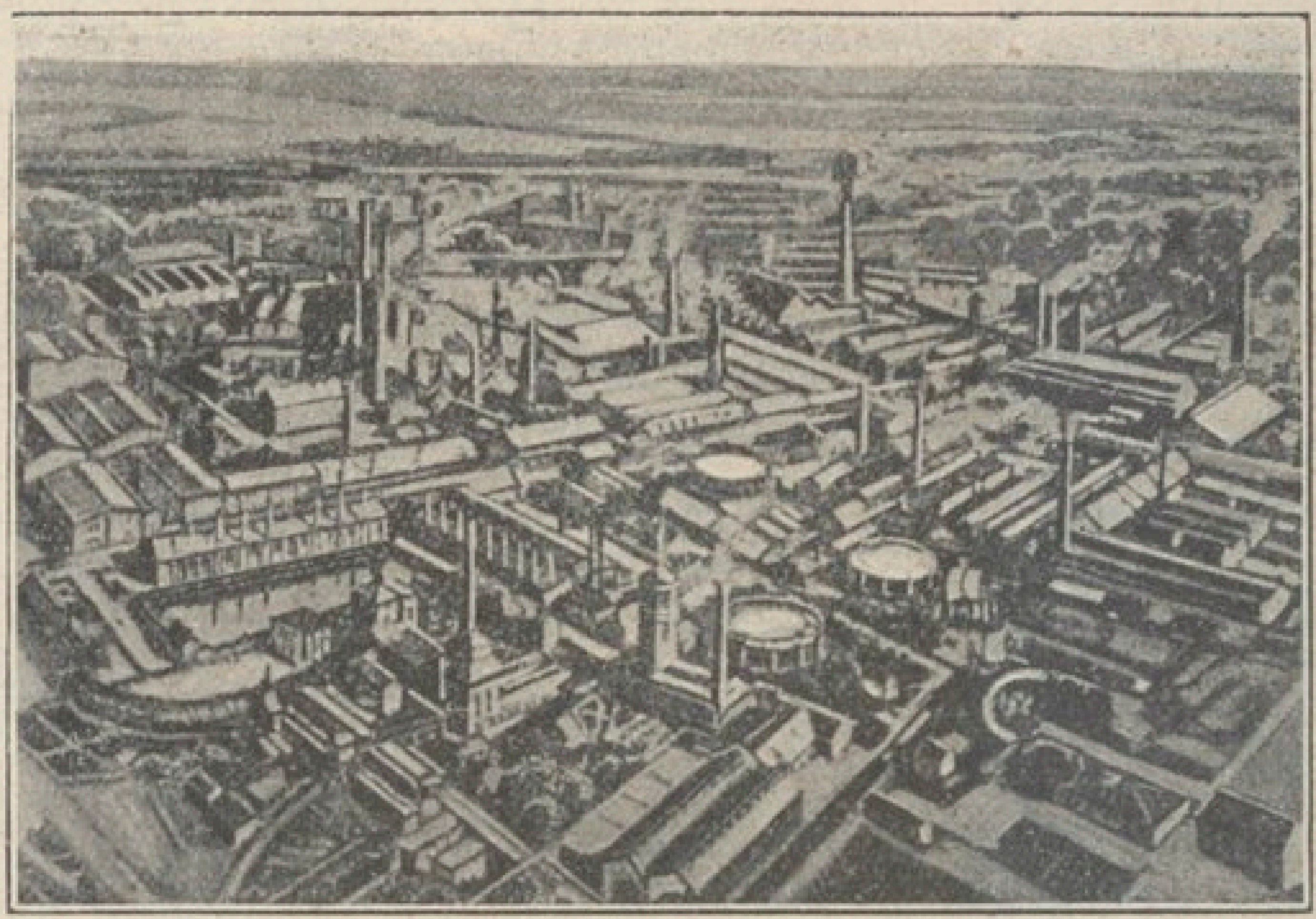
Le lendemain 23 septembre, le capitaine de Beauchamps et le lieutenant Daucourt, pilotant chacun un appareil, quittèrent la région de Verdun un peu après midi, suivirent la Moselle, dépassèrent Trèves, laissèrent Coblentz à leur droite, survolèrent Cologne, effleurèrent Dusseldorf, et parvinrent enfin à Essen, où, sans se hâter, ils laissèrent tomber douze bombes de gros calibre sur les usines Krupp. Ils regagnèrent ensuite heureusement leur point de départ sans avoir été canonnés.

Dans la nuit qui le suivit, les Allemands, toujours convaincus qu'ils terroriseraient le peuple anglais, ce qui dénote chez eux une ignorance complète du caractère et du tempérament de nos alliés, se livrèrent à une nouvelle attaque aérienne de l'Angleterre, au moyen de leurs dirigeables. Quatorze ou quinze zeppelins y prirent part, assure-t-on. Ce chiffre peut sembler exagéré, mais il est certain que les aéronefs étaient au moins douze. Ils survolèrent plusieurs comtés, lançant de très nombreuses bombes et causant, avec des

ADJUDANT BARON

Il a exécuté en Allemagne plusieurs bombardements très périlleux.

dégâts matériels assez considérables, la mort de vingt-huit personnes. Ils en blessèrent, en outre, quatre-vingt-dix-neuf. Mais cette expédition leur coûta cher. Deux de ces dirigeables, appartenant au type le plus récent et le plus colossal, furent détruits par les canons anglais dans le comté d'Essex. L'un d'eux prit feu dans les airs et tomba enflammé. Le second put prendre terre, et tout son équipage, vingt et un hommes au total, fut fait prisonnier. Ces Allemands furent arrêtés par un constable, qui montra en cette circonstance un flegme et un sang-froid superbement britanniques.

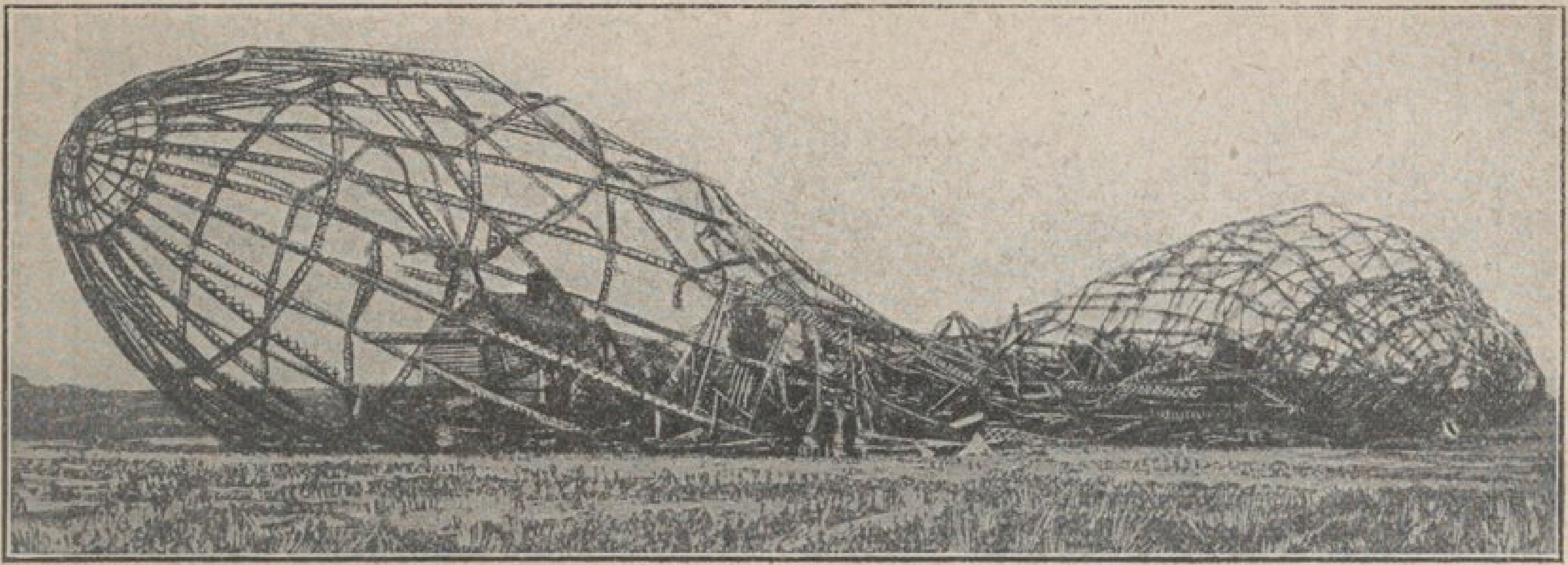


VUE GÉNÉRALE DES USINES KRUPP, A ESSEN
Elles furent bombardées, dans la journée du 23 septembre 1916, par les aviateurs de Beauchamps et Daucourt.

La journée du 23 septembre avait été avantageuse, d'autre part, pour notre aviation, en dehors du beau raid sur Essen. Vingt-neuf combats heureux eurent lieu sur le front de la Somme, où, en quelques minutes, Guynemer descendit deux avions ennemis, portant ainsi à dix-huit le nombre des appareils détruits par lui. Sur l'ensemble du front, depuis la Somme jusqu'aux Vosges, une vingtaine d'avions allemands furent détruits par nos aviateurs, puis, au cours de la nuit, à l'heure même où les dirigeables ennemis allaient tuer en Angleterre des femmes et des enfants dans des localités ouvertes, sept de nos pilotes bombardaient les usines de guerre allemandes de la région de Rombach et de Thionville, rapprochement caractérisant les deux systèmes.

CAPIT. DE BEAUCHAMPS LIEUTENANT DAUCOURT
Les héroïques exécuteurs du raid sur Essen.

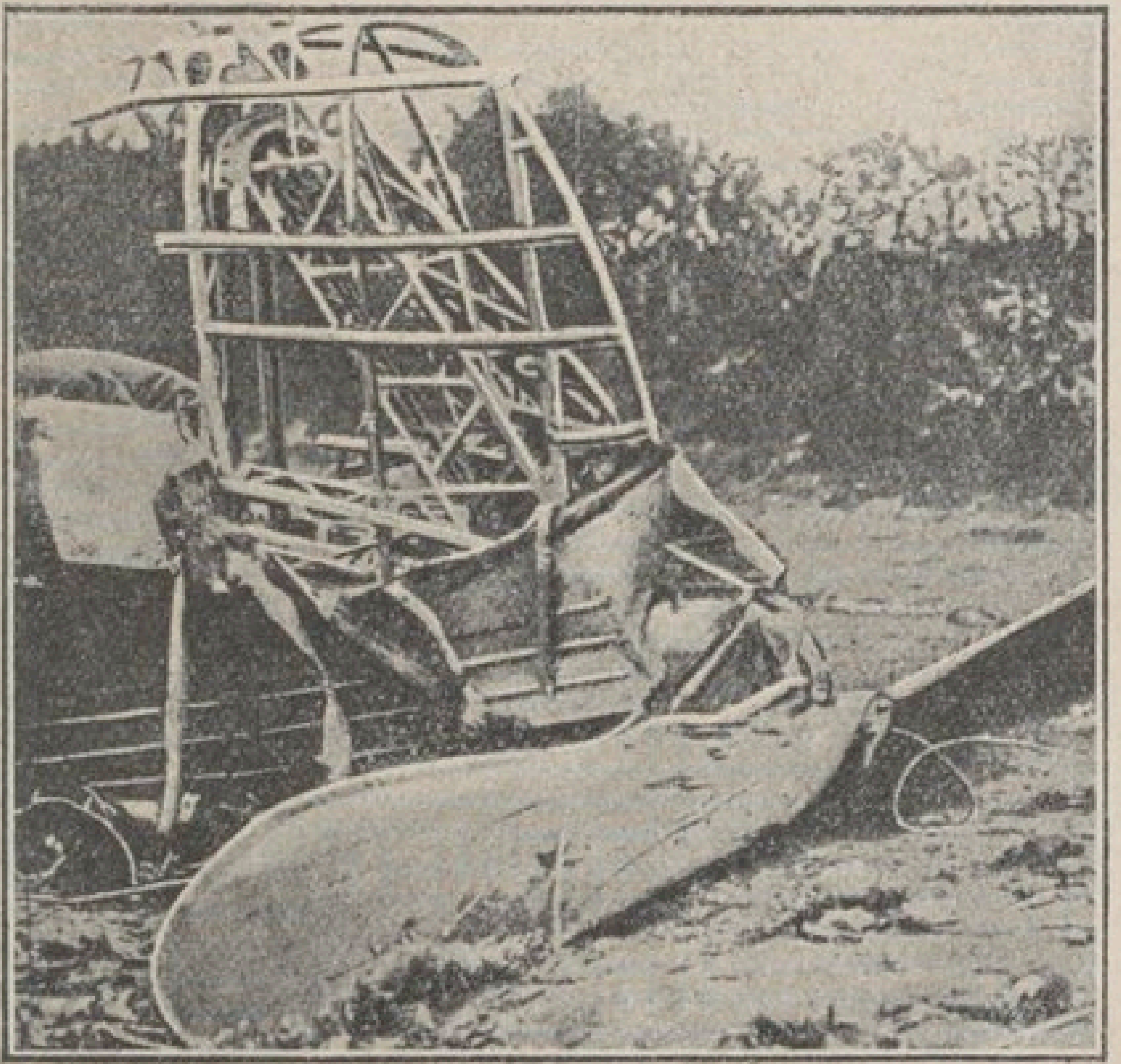
Dans la nuit du 25 au 26 septembre, nouveau raid de zeppelins sur l'Angleterre. C'est le trente-neuvième. Sept dirigeables attaquèrent les districts côtiers et les comtés du Centre, où se trouvent les principales agglomérations industrielles. Ces agglomérations ne furent point atteintes. En revanche, les bombes allemandes détruisirent un certain nombre de petites maisons et des chaumières. Elles tuèrent, en outre, vingt-neuf personnes. Les zeppelins ne firent aucune tentative pour se rapprocher de Londres, et les défenses antiaériennes les chassèrent sans peine de plusieurs grands centres industriels. C'était une tentative manquée. Les Allemands ne devaient pas attendre longtemps avant de chercher à se venger de leurs précédents mécomptes. Du reste, ils n'avaient pas été plus heureux dans la région de Calais, où, dans la nuit du 22 au 23 septembre, un zeppelin lança vingt bombes, qui tombèrent toutes dans des terrains vagues, à une grande distance de la ville. Il est probable que, pris sous le feu de nos canons, le dirigeable, afin de gagner de la hauteur, s'était débarrassé au petit bonheur de ses projectiles. L'Allemagne, il est vrai, avait ailleurs sa revanche, car, avec ses avions et un zeppelin, elle tuait, à Bucarest, une soixantaine de femmes et d'enfants. N'oublions pas de mentionner que dans les journées des 25 et 26 septembre, nos avions livraient quarante-sept combats sur le front de la Somme, où Dorme et Heurteaux accomplissaient de nouveaux exploits, tandis que Nungesser, portant à dix-sept le nombre des appareils détruits par lui, abattait deux avions et un ballon captif. Nous



LA CARCASSE DU ZEPPELIN « L-33 », ABATTU DANS LE COMTÉ D'ESSEX

lancions deux cents obus sur les hauts fourneaux de Dillingen, les usines de Sarrelouis et la gare de Metz-Sablons, vingt-deux sur les hauts fourneaux de Rombach, cent deux sur la gare et les baraquements de Guiscart, etc., mais pas un seul sur une ville ouverte. Ainsi, chaque jour, sous toutes les formes, s'affirme l'incontestable supériorité de l'aviation des Alliés, car nous ne devons pas oublier qu'à côté de nous, sur le front de Picardie, les aviateurs anglais ne le cèdent aux nôtres ni en courage, ni en audace. On peut dire que les Allemands qui, pendant quelques mois, paraissaient l'emporter sur nous au point de vue aérien, sont maintenant à peu près annihilés. Pour un de leurs appareils se montrant dans le ciel, dix des nôtres s'élèvent aussitôt. De là est venu, pour l'artillerie ennemie, une sorte d'aveuglement qui l'empêche de repérer suffisamment nos positions du front.

On a vu plus haut que le premier raid de zeppelins sur l'Angleterre, pendant les deux derniers mois, avait eu lieu le 3 septembre. Les Allemands, malgré l'insuccès de cette tentative et de celles qui suivirent, recommencèrent dans la nuit du 1er au 2 octobre. Vers minuit, dix de leurs dirigeables survolèrent le littoral de l'est, et l'un d'eux, le *L-32*, s'approcha du nord de Londres ce qui devait lui être fatal. Chassé immédiatement par les canons de la défense aérienne, et poursuivi par des avions, il essaya de s'enfuir vers le nord-ouest, mais fut attaqué plus vigoureusement encore par les aviateurs, tandis que les coups de l'artillerie, guidés par les projecteurs, se multipliaient autour de lui. Il demeura immobile durant un court instant, semblant chercher sa voie, puis, tout à coup, on aperçut une flamme légère à l'une de ses extrémités ; cette flamme grandit aussitôt et enveloppa en quelques minutes l'énorme navire aérien, qui commença une descente terrible. Le spectacle de cette chute était effrayant. La flamme était si violente, si puissante, que dans des quartiers éloignés de Londres on aurait pu lire un journal à sa clarté. Enfin, au milieu des airs, le zeppelin se divisa en trois tronçons, qui tombèrent avec des vitesses inégales. Des débris informes du dirigeable on retira une quinzaine de cadavres; d'autres furent relevés aux environs du point de chute, quelques-uns des Allemands ayant sauté hors des nacelles. Parmi ces derniers se trouvait le commandant du zeppelin, qui mourut au moment où l'on venait à son secours. Il paraît que le comte Zeppelin avait voulu prendre part à cette nouvelle expédition, mais qu'il en fut empêché par les instances de sa famille. Au cours du raid, de nombreuses bombes furent lancées par les dirigeables, mais elles ne firent que deux victimes.



L'UNE DES HÉLICES DU ZEPPELIN « L-32 »

Pour terminer, signalons que, dans la nuit du 9 au 10 octobre, l'adjudant Baron bombardait une usine de Stuttgart et que, le 10, l'adjudant Dorme abattait son treizième avion.

LA BATAILLE DE FRIEDLINGEN, GAGNÉE PAR VILLARS SUR LE PRINCE DE BADE (1702), TYPE DE LA BATAILLE "EN LIGNE"

L'ART DE LA GUERRE SIMPLIFIÉ ET A LA PORTÉE DE TOUS

Par le Général X...

Les profanes — c'est-à-dire les non-militaires — s'imaginent volontiers que la guerre est une science vaste, compliquée, d'une étude ardue et hérissée de difficultés. Ils sont entretenus dans cette idée par les programmes d'examens d'admission et de sortie des écoles militaires spéciales, lesquels leur sont plus ou moins tombés sous les yeux, et qui sont, en effet, assez chargés. Mais s'ils les avaient lus avec un instant d'attention, ils eussent vite remarqué que la plupart des connaissances exigées des candidats n'ont qu'un rapport assez lointain et même pas de rapport du tout avec la science militaire proprement dite. Elles ne figurent dans lesdits programmes que dans le but de maintenir l'instruction générale du corps d'officiers à un certain niveau, lequel doit être le plus élevé possible.

Sans doute, le haut enseignement de l'Ecole supérieure de Guerre n'est pas à la portée de tout le monde, mais ses principes généraux, ses notions élémentaires sont si simples, si clairs, même parfois si enfantins, pourrait-on presque dire, qu'il n'est nul besoin, pour les saisir, d'avoir pâli sur les livres pendant des années. Et ils suffisent généralement pour apprécier convenablement une bataille, une campagne, un acte de guerre, pour les discuter, avec une compétence au moins relative, pour exercer légitimement enfin, dans des limites un peu étroites, il est vrai, son droit de critique dans la conception, la préparation et la conduite d'opérations militaires.

Les lignes qui vont suivre ne seront pas un cours de l'Ecole de Guerre ; elles ne sont pas davantage un commentaire de Jomini, de Clausewitz, de Dragomiroff, de Bernhardi ou de quelque autre de ces illustres écrivains spécialistes ; c'est simplement quelques grandes lignes que nous avons voulu rapidement esquisser, quelques notions générales, quelques définitions simples, précises, données sous la forme la plus claire.

LE BARON DE JOMINI

Général et écrivain militaire célèbre, auteur du fameux « Traité des grandes opérations militaires », né en Suisse en 1779, mort à Passy en 1869.

D'abord quel est le but de la guerre?

Ce but est, en effet, divers, et il a varié avec les époques. Nos grands ancêtres, — et même encore de nos jours certaines peuplades sauvages — en faisaient une question alimentaire : ils tuaient pour vivre, c'est-à-dire pour ne pas périr eux-mêmes par la faim. Il s'opéra, de ce chef, une sélection dans les races humaines ; le plus fort subsista et le plus faible disparut, anéanti, mangé.

Plus tard, le vainqueur comprit qu'il était plus avantageux pour lui de ne pas tuer le vaincu, mais de le conserver pour le faire travailler à son profit, de sorte qu'il lui serait possible de vivre dans le bien-être et l'oisiveté. Ce fut l'origine de l'esclavage. Plus tard encore, alors que le degré de civilisation devint plus élevé et que les conditions matérielles de l'existence se modifièrent, on se fit la guerre pour s'emparer des récoltes, des biens, des troupeaux, des esclaves du vaincu. Ou bien encore pour envahir des terres convoitées et s'y établir. « Donnez-nous des terres ! » clamaient les Cimbres et les Teutons à Marius. Le grand général romain leur répondit : « Les terres que je vous donnerai vous les conserverez éternellement. »

L'Histoire nous apprend qu'il tint parole.

D'autres barbares tels que les Francs furent plus heureux. Les Normands également. Ils se substituèrent, dans le nord de la France, puis en Angleterre, aux possesseurs du sol, alors que ceux-ci, devenus esclaves,

durent travailler au profit des envahisseurs, les nouveaux propriétaires.

Parfois ces barbares donnaient à la guerre la forme d'incursions courtes et violentes, de trombes, de raids, comme on dirait aujourd'hui. Les hordes des Huns et des Vandales se précipitaient, passaient, fléau dévastateur, massacrant, brûlant tout, emmenant des captifs pour en faire des esclaves, emplissant de butin leurs vastes chariots.

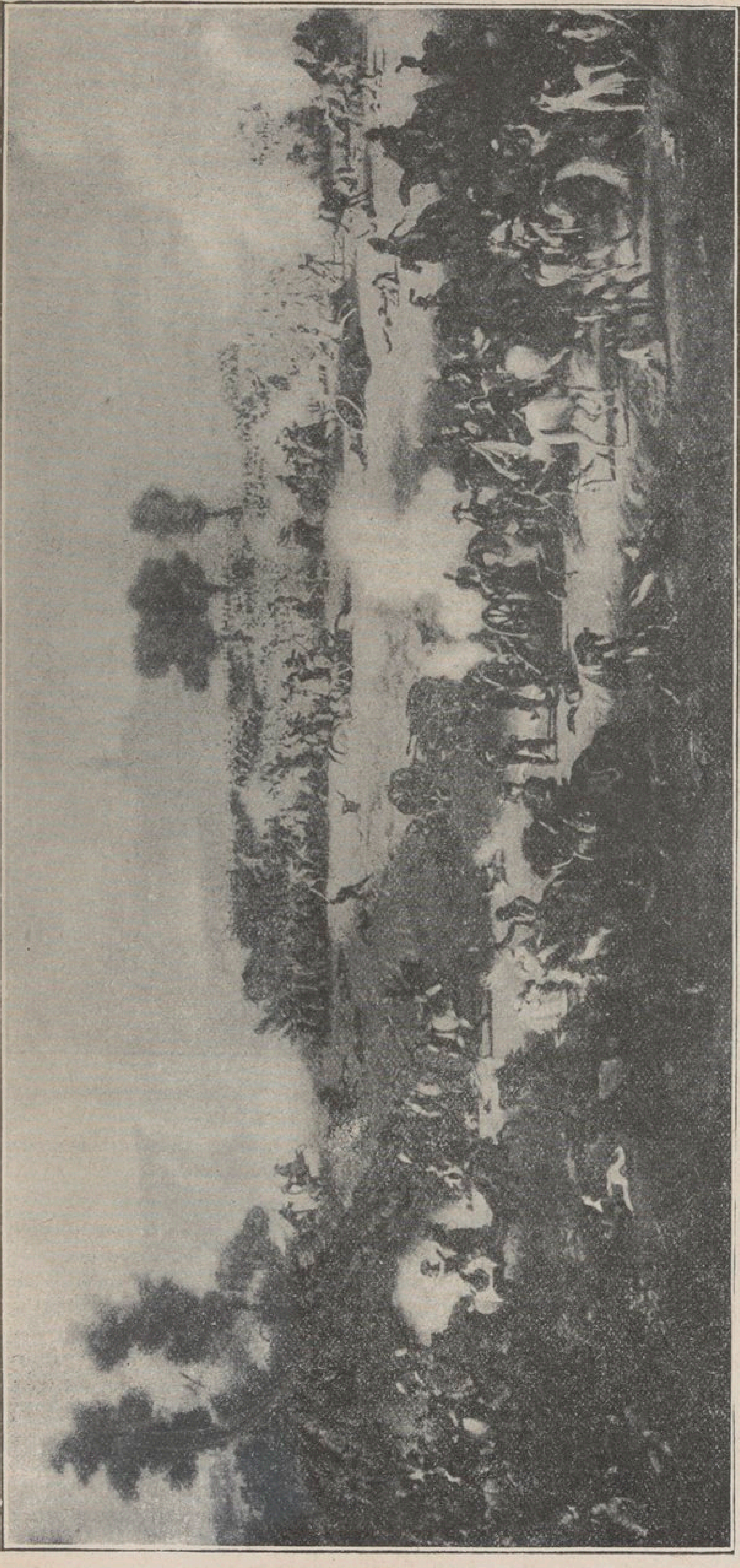
LA BATAILLE DE TAILLEBOURG (1242), VICTOIRE DE SAINT-LOUIS SUR HENRI III, ROI D'ANGLETERRE, ET LE COMTE DE LA MARCHE

Ce célèbre tableau de Delacroix représente la « ruée » des chevaliers français sur l'ennemi, qui fut littéralement taillé en pièces ; c'est aussi la « mêlée » et le « corps à corps ».

Mais les grands peuples, tels que les Romains, qui furent les modèles du genre, firent la guerre dans un but utilitaire plus stable. Ils conquirent des pays pour y installer leur administration et les coloniser.

Dans l'Europe féodale, la guerre devient une succession de conflits que se livrent entre eux les rois et les princes qui, tous, ont l'ambition d'agrandir leurs domaines. Les bandes qui se battent sont assez peu nombreuses et chacune d'elles opère pour son propre compte, laissant bien indifférents à leurs succès ou à leurs revers les peuples qui savent bien que, vainqueurs ou vaincus, ils seront toujours pressurés de la même façon par leur ancien ou leur nouveau maître. Cependant, certains grands capitaines organisent des armées sérieuses, bien instruites et bien disciplinées, qui ne tardent pas à devenir redoutables ; tels sont Philippe II en Espagne, Gustave-Adolphe en Suède, Louvois en France, Pierre le Grand en Russie, Marlborough en Angleterre, Frédéric II en Prusse. Les guerres de cette époque sont dites *dynastiques* (livrées au profit du roi, de la dynastie) par opposition aux guerres *nationales*, que la Révolution vit éclore.

Celles-ci furent d'un tout autre caractère que les précédentes. Elles eurent pour but de défendre la liberté et de sauvegarder l'intégrité de la patrie, et elles furent faites, non plus par des soldats de métier, des reîtres et



Cl. Braun.

LA BATAILLE DE MARENGO (1800), VICTOIRE DE NAPOLÉON SUR LES AUTRICHIENS, TYPE DE BATAILLE RANGÉE, AVEC RÉSERVES

des condottieri se louant au plus offrant, mais par des citoyens recrutés au moyen de la conscription. Et l'on vit alors la *mobilisation* apparaître chez les Prussiens, en 1813, quand ils entrèrent en campagne.

Ce fut l'organisation de la *nation armée*, que la Prusse garda et améliora. On sait ce qu'il nous en coûta en 1870 de ne pas en avoir fait tout autant.

Les guerres, aujourd'hui, sont liées aux intérêts vitaux des pays qui les engagent, et, sous le prétexte d'antipathie ou de haine de races, elles ont avant tout pour mobile un puissant intérêt économique.

On peut les définir en disant qu'elles sont devenues le conflit entre deux volontés opposées, deux intérêts contraires, ou la lutte de deux volontés.

Comment un belligérant amènera-t-il son adversaire à croire à sa supériorité? En *la lui faisant sentir*; et il ne la lui fera évidemment sentir qu'en *tapant dessus*.

D'où il résulte qu'en dernière analyse, la fin de la guerre est : *la bataille*. Celui qui tape avec le plus d'ardeur et de conviction est le

plus fort, ou paraît l'être, ce qui revient au même. Ceci est le premier principe. Le second est la concentration des efforts, l'*union* : il faut taper tous ensemble.

Là se résume tout l'art de la guerre. Ces lois assurent la victoire à qui s'y soumet, et vouent à la défaite quiconque les viole ou les travestit. Leur efficacité est absolue en toutes circonstances de temps, de lieu, de moyens, dans la stratégie comme dans la tactique : ce sont des lois immuables.

Dans l'origine, les guerres et les batailles avaient lieu sans ordre ni méthode, sans formations préalables de part ni d'autre, sans aucune manœuvre. Les deux peuplades se réunissaient en nombre aussi considérable que possible, et, dès qu'elles s'apercevaient, se ruaient furieusement l'une contre l'autre ; le corps à corps, la mêlée commençait donc de suite et ne se terminait qu'avec la bataille elle-même. Le parti vaincu était presque entièrement tué ou capturé, car ce genre de combat ne lui laissait guère, on le conçoit, de chance de fuite. C'était la ruée.

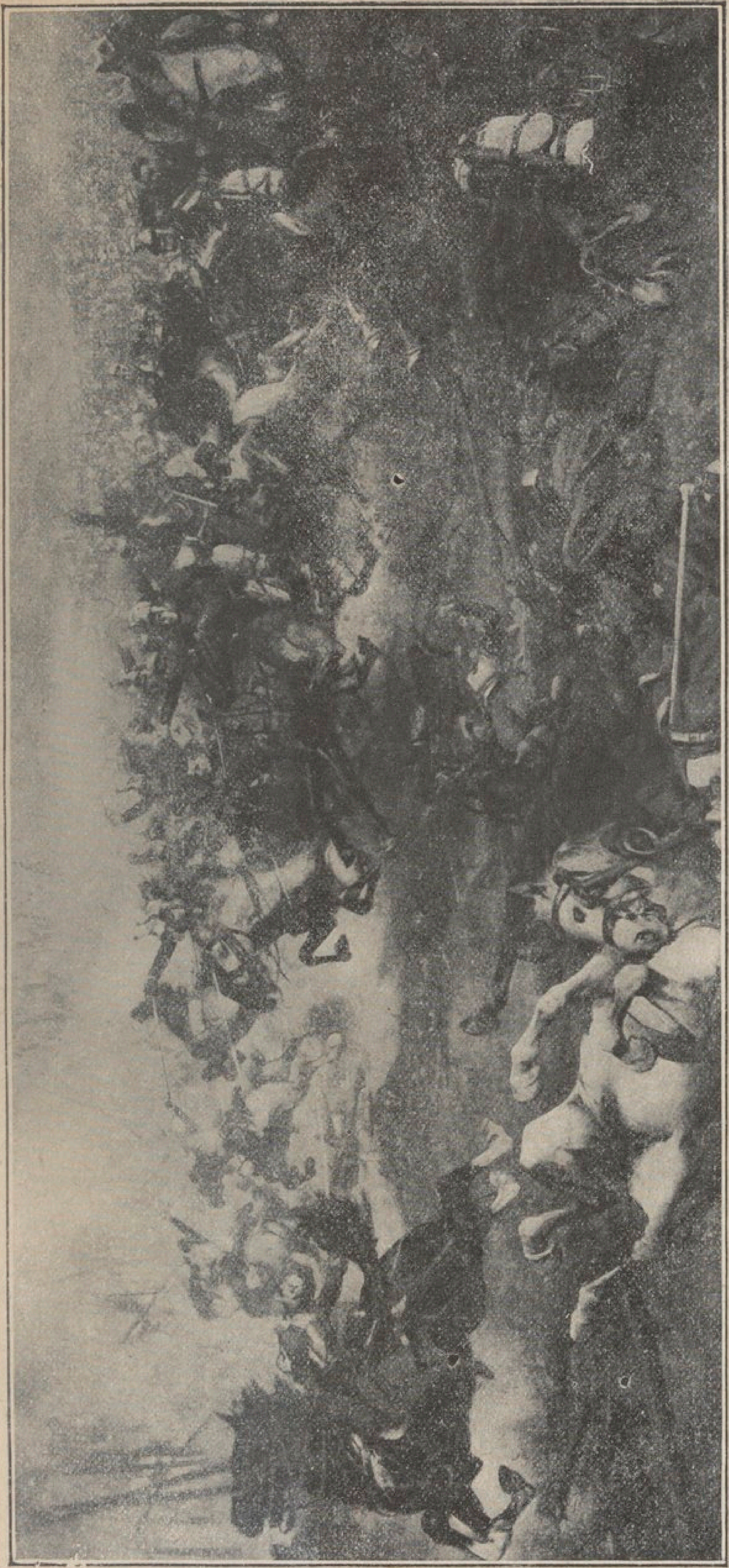
Puis les capitaines comprirent qu'en mettant un peu d'ordre dans leur organisation, et une sévère discipline, en adoptant certaine formation des troupes avant l'action, certaines manœuvres ou quelques précautions élémentaires au cours de cette action, avec une tactique, ou façon de combattre appropriée au genre d'adversaire qu'ils avaient devant eux, ils mettaient de leur côté bien des chances de remporter la victoire.

BATAILLE DE LUTZEN (1813), VICTOIRE DE NAPOLÉON SUR LES ARMÉES RUSSE ET PRUSSIENNE COALISÉES, COMMANDÉES PAR BLUCHER ET WITTGENSTEIN

Après des péripéties très mouvementées, l'attaque finale eut lieu en formations serrées, en masses compactes, un peu à la façon des offensives allemandes dans la guerre actuelle.

Quand le flot des Barbares, sans cesse renouvelé, eut submergé l'empire romain, la tactique telle que la pratiquaient les armées anciennes, l'organisation des troupes pour le combat, les manœuvres, eurent une longue éclipse ; on ne les retrouve que çà et là, à l'état plus ou moins rudimentaire.

Les armées de l'ancienne monarchie les connurent, mais leur tactique fut à l'eau de rose. Voici la peinture qu'en fait Clausewitz :



LA CHARGE DE REICHSHOFFEN (TABLEAU D'AIMÉ MOROT) : EMPLOI DE LA GROSSE CAVALERIE POUR LE DÉGAGEMENT D'UNE ARMÉE ENCERCLÉE, EN S'EFFORÇANT DE FAIRE UNE BRÈCHE DANS LES LIGNES ENNEMIES

« De part et d'autre, on dispose méthodiquement les masses à côté et en arrière les unes des autres pour n'en déployer relativement qu'une faible partie qu'on laisse, pendant de longues heures, s'épuiser en un feu de mousqueterie et d'artillerie entremêlé, çà et là, d'attaques partielles à la baïonnette et de charges de cavalerie isolées, actions restreintes dans lesquelles on est tantôt repoussant et tantôt repoussé. Quand les troupes ainsi engagées tout d'abord ont usé la presque totalité de leur ardeur guerrière, quand il n'en reste plus, pour ainsi dire, que les scories, on les retire et on les remplace par des troupes fraîches. Ainsi conduite, la bataille se poursuit à une allure modérée, comme se consume une masse de poudre humide, et lorsque la nuit impose le repos, parce que des deux adversaires, aucun ne veut agir en aveugle, on fait de chaque côté l'estimation des forces dont on dispose encore, de celles que l'on suppose rester à l'ennemi, du terrain gagné ou perdu et de la sécurité que présentent encore les derrières de l'armée. De cette estimation et

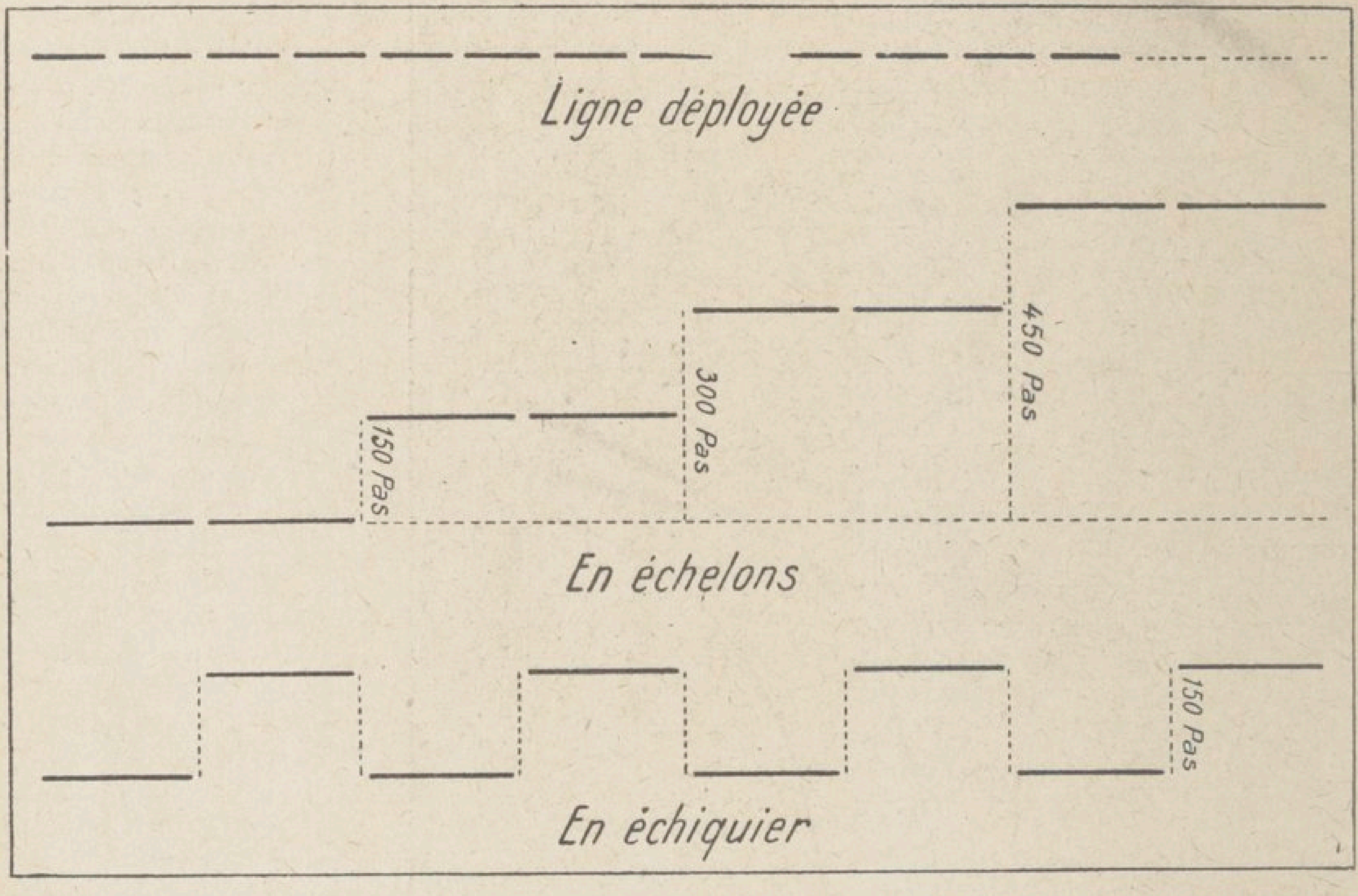
de l'opinion que le général en chef s'est faite de l'énergie ou de la faiblesse dont il a perçu, de part et d'autre, les indices pendant l'action, résulte une impression générale unique d'où jaillit la résolution d'évacuer le champ de bataille le plus tôt possible ou de recommencer la lutte au point du jour. »

C'est ce qu'on appelle la bataille parallèle ou d'usure successive, ou méthode de la *ligne.*

La bataille-manœuvre, au contraire, repose sur le principe de la surprise, c'est-à-dire sur dans un point de notre ligne, la disloqua et la coupa littéralement en deux.

La bataille-manœuvre, ou emploi de la *masse* dans le combat, présente trois phases successives : l'introduction et la démonstration, l'attaque décisive, l'achèvement.

Une ou plusieurs colonnes, ne formant qu'une partie des forces totales, engagent le combat en marchant à l'ennemi, afin d'obliger celui-ci à se découvrir, à déployer ses colonnes, à prendre des positions, à jalonner



L'infanterie, placée sur deux rangs, peut adopter quatre formations régulières : 1°, la formation déployée ; 2°, la formation en colonne ; 3°, la formation mixte ; 4°, la formation en carrés. La formation en ligne déployée a donné lieu, par la suite, à la formation en échelons ou en échiquier.

l'emploi énergique et soudain des *masses* sur un point choisi. Elle permet de marcher sur l'ennemi et de le détruire, alors que la ligne, faible sur tous les points, reste impuissante. La bataille-manœuvre fut l'action favorite de tous les grands conquérants.

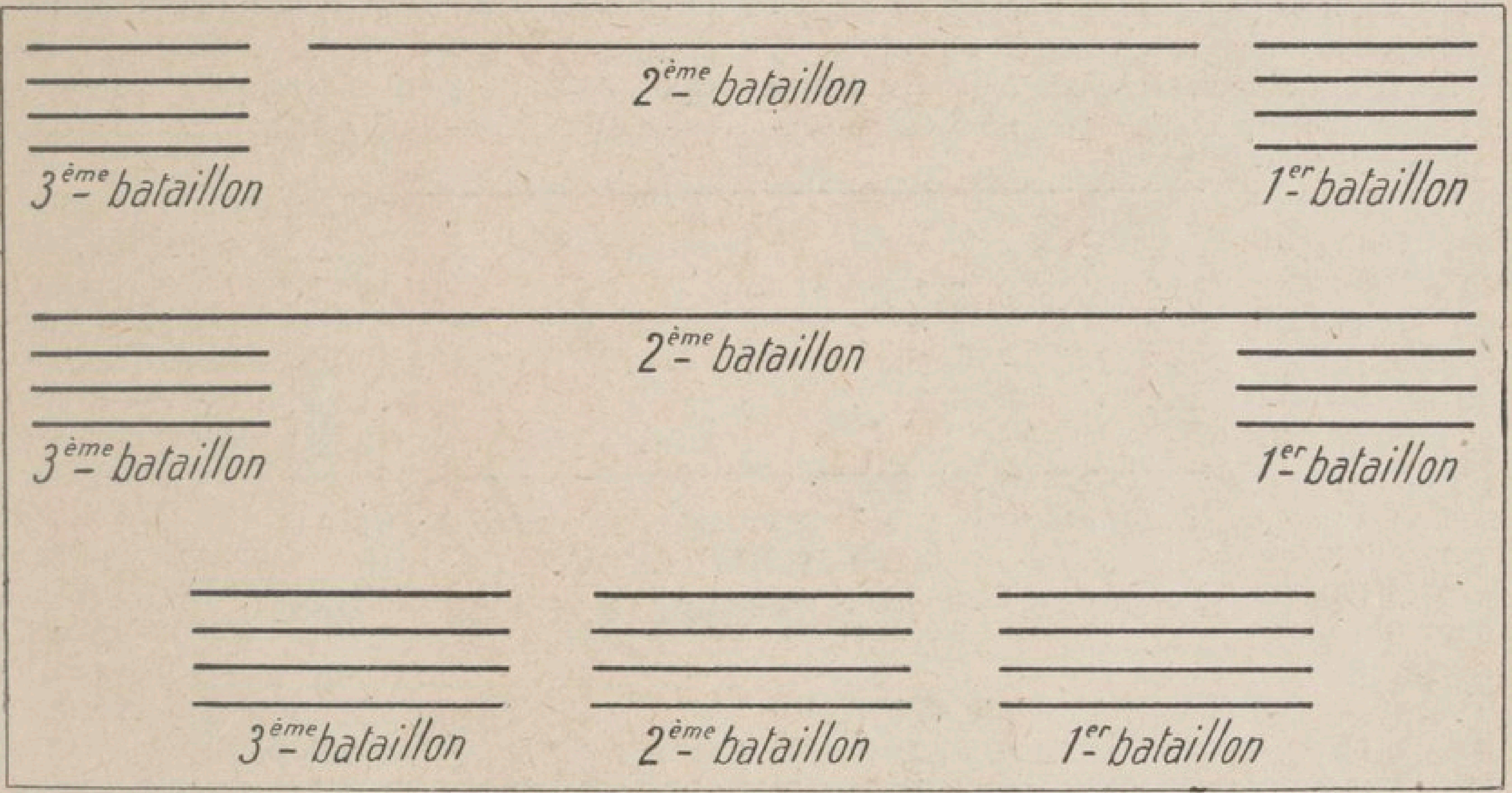
On la retrouve en 1870, mais du côté des Allemands. Pourquoi nos généraux, dans beaucoup d'occasions, lui opposèrent-ils la ligne ?

C'était se condamner à la défaite, et on l'a bien vu à Saint-Privat, où nos troupes étaient rangées sur deux lignes minces, longues de plusieurs kilomètres, attendant la bataille, immobiles comme pour une revue. Les corps allemands, au contraire, manœuvraient par masses, et l'un d'eux, la garde prussienne, s'enfonça comme un coin sa ligne par son feu. C'est l'introduction, bientôt suivie de la démonstration. L'artillerie y joue un rôle prépondérant ; la puissance de son feu force les colonnes à se déployer ; sa longue portée lui permet de s'engager sans se compromettre et sans subir la crise immédiate du feu. L'infanterie de l'avant-garde se déploie sur la ligne d'artillerie qui forme comme l'ossature de la ligne de bataille et s'engage partout ; c'est la démonstration qui commence. De proche en proche, l'action se développe, les fronts augmentent de densité et le commandement recherche le point sur lequel il devra porter son suprême effort. Ce point choisi, la mise en main commence, c'est-à-dire la concentration des forces qui doivent procéder à

l'attaque décisive. Le choix du moment précis où la deuxième phase, l'attaque décisive, devra se produire ne dépend pas toujours du commandement. Cette attaque est toujours précédée d'une action puissante de l'artillerie sur le point choisi, action qui a pour objet la destruction des obstacles matériels pouvant entraver la marche de l'infanterie et provoquer la ruine du moral de l'adversaire. Lorsque l'artillerie a achevé son œuvre, la deuxième phase, l'attaque décisive commence. Les troupes qui ont été groupées face à leur objectif pour donner le coup de massue qui doit briser le dispositif de l'adversaire, s'ébranlent. C'est l'infanterie qui joue le rôle principal en cet acte suprême : l'artillerie l'accompagne dans sa marche jusqu'à une certaine distance de la ligne ennemie ; elle combat simultanément avec elle, lui apportant le concours de sa puissance matérielle et morale. La cavalerie, par la célérité, la spontanéité de son action, augmente les effets de la surprise et concourt ainsi à l'attaque décisive, qui doit être très rapide.

Lorsque celle-ci a réussi, la troisième phase commence. Il faut occuper la position conquise, peut-être s'emparer d'une deuxième (et même d'une troisième) ligne de défense, faire face à une résistance imprévue; une semblable mission ne peut être confiée aux troupes qui ont donné l'assaut. La crise qu'elles viennent de subir nécessite une nouvelle mise en main, c'est-à-dire un moment d'arrêt dans leur action. La troisième phase comporte aussi et surtout la poursuite. (Nous parlons des batailles ordinaires et non de la guerre actuelle de tranchées). L'ennemi est entamé, mais il n'est pas rompu ; il faut à tout prix transformer le succès en victoire définitive ; c'est l'acte final auquel prend part tout particulièrement la cavalerie.

Cependant, la perfection et la rapidité de tir des armes modernes condamnent aujourd'hui l'emploi de la masse, et l'ordre dispersé, qui conduit au procédé de l'*infiltration invisible*, seul possible désormais (on le croyait du moins avant la guerre actuelle), remplace généralement les formations rigides, sauf en certaines circonstances spéciales, comme on l'a vu souvent dans la présente guerre.



EXEMPLES DE FORMATIONS MIXTES D'UN RÉGIMENT A TROIS BATAILLONS

Les formations en colonnes ont une profondeur quelconque. Les formations mixtes sont une combinaison des précédentes. — Le tracé d'en haut représente la formation prise par un régiment français au passage du Tagliamento ; celui du milieu, la formation des Russes à Eylau ; celui d'en bas constitue un autre exemple.

Ceci est la *tactique* nouvelle, qui a dû subir d'importantes modifications par suite, comme on vient de le dire, de l'emploi des armes modernes à tir rapide et à longue portée, tandis que la *stratégie* a peu varié.

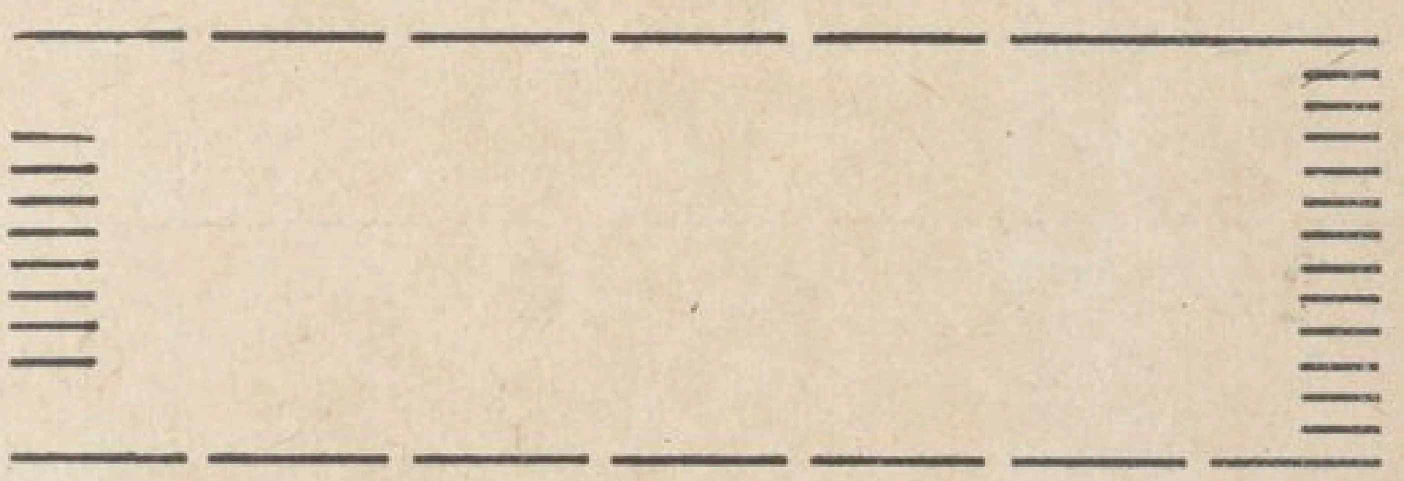
Mais, avant d'aller plus loin, il est bon, pour plus de clarté, de donner les significations respectives de ces deux mots que les non-initiés confondent parfois.

Ils furent d'ailleurs, jusqu'à la fin du XVIIIe siècle, pris indifféremment l'un et l'autre comme synonymes d'art de la guerre.

Ce fut von Bülow qui, le premier, en 1799, établit une distinction. D'après lui, la stratégie est la science des mouvements qui se font hors du rayon visuel réciproque des deux armées combattantes, hors de la portée du canon ; la tactique, la science des mouvements qui s'exécutent en présence de l'ennemi, et de façon à pouvoir en être vu, à être atteint par le feu de son artillerie.

Le théâtre de la guerre se divise en autant de théâtres d'opérations, ou échiquiers stratégiques, qu'il y a, de chaque côté, d'armées ou de groupes d'armées ayant une action distincte et indépendante. Chaque armée a, en outre, lorsque plusieurs opèrent en combinaison, sa zone, son secteur d'opérations.

Le front d'opérations sur lequel se dirige l'armée une fois concentrée par la mobilisation est dénommé plus spécialement *front stratégique* lorsqu'on prend l'offensive, qu'on marche au-devant de l'ennemi, et *ligne de défense* quand on attend l'ennemi dans une position étudiée.



PREMIER EXEMPLE D'UNE FORMATION ESSENTIELLEMENT DÉFENSIVE DITE EN CARRÉ

Le carré est formé ici de deux lignes déployées reliant la tête et la queue de deux colonnes de troupes.

Pour éviter à l'armée repoussée d'être coupée de sa base, celle-ci est toujours très large par rapport au front d'opérations. On appelle *triangle stratégique* le triangle qui a pour base cette base elle-même et pour côtés deux lignes idéales menées de ses extrémités à l'objectif (c'est-à-dire l'ennemi).

Dans les opérations stratégiques offensives, l'armée, partie de sa base d'opérations dans l'ordre de bataille stratégique, a un front désormais mobile, ou front de marche, dont les directions s'inclinent chaque jour diversement, suivant les circonstances ou la position de l'ennemi. Il se trouve déterminé par le tableau de marche établi à l'avance, pour un ou plusieurs jours, par le général en chef et annexé à l'ordre de mouvement, qui renferme toutes les prescriptions portées à la connaissance des chefs et des troupes.

Dans les opérations stratégiques défensives, l'armée s'établit un peu en avant de la base d'opérations, sur une première ligne de défense, dont les points principaux sont fortifiés. Elle doit opposer là une défense énergique et opérer des retours offensifs. En arrière sont préparées une deuxième, une troisième lignes de défense, sur lesquelles, en cas d'échecs, l'armée pourra se retirer.

La stratégie conduit les armées en présence et prépare le succès ; la tactique, aidée de la valeur des troupes, fait gagner la bataille ; les grands mouvements qui précèdent l'acte final, le choc, n'aboutissent qu'à un désastre si l'on n'est pas tactiquement supérieur à son adversaire, ou au moins égal. Ses principes sont fréquemment modifiés, en raison surtout du progrès incessant des armes à feu, qui oblige à amincir les formations, et Napoléon disait d'elle qu'il fallait la changer au moins tous les dix ans.

La tactique élémentaire a pour bases : l'instruction du soldat, les marches, l'organisation du service de santé, les formations, les feux. Ceux-ci ont, aujourd'hui surtout, un rôle prépondérant, et, de leur bonne conduite, dépend le succès d'une bataille.

La tactique générale comprend les divers mouvements que doivent exécuter avant, pendant et après la bataille, les éléments réunis d'une armée amenée par les combinaisons et les marches stratégiques à proximité de l'ennemi. Son étude comprend celle des marches tactiques, des avant-postes, des combats, des retraites.

A la tactique, on peut rattacher aussi l'éducation morale du soldat, l'exaltation de son courage naturel, de son esprit guerrier, de la haine de l'ennemi, comme aussi tous les moyens susceptibles d'être employés pour vaincre sa peur instinctive de la guerre, sa crainte de la blessure et de la mort.

Enfin, dans un combat, il reste toujours un imprévu : le *hasard* ; pour le dominer il n'y a qu'un moyen : la *résolution*. Elle préserve des demi-mesures et constitue souvent le plus bel attribut du chef militaire.

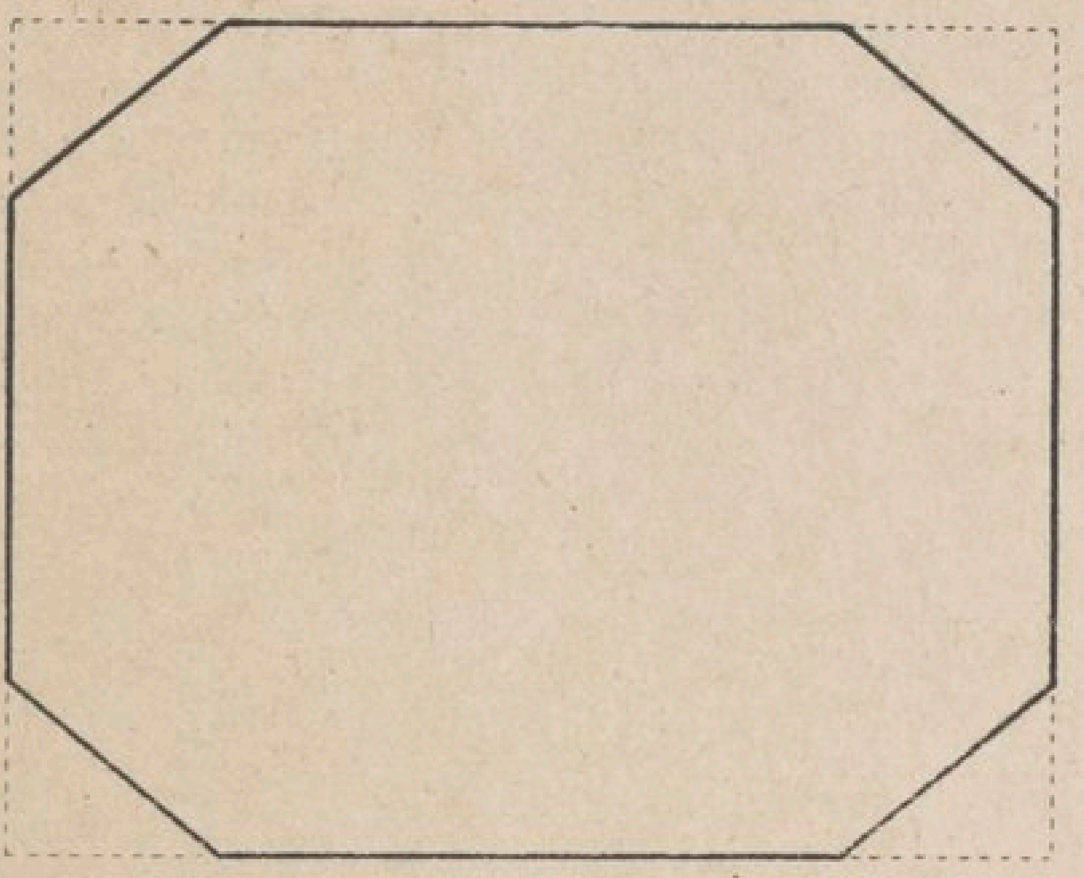
Une armée, pour livrer bataille, fait appel à toute sa puissance, qui se compose de grandeurs morales et de forces matérielles.

« Pour vaincre, a dit un écrivain militaire dont les ouvrages sont devenus classiques, une armée doit être d'avance supérieure en forces matérielles et morales à son adversaire. »

En résumé, les forces morales sont le premier enjeu des batailles. C'est à la conquête du moral de son adversaire que marche une armée ; tout le reste découle de ce résultat.

Il faut, en un mot, prendre l'ascendant sur l'ennemi, un ascendant irrésistible.

Cependant, quelle que soit la méthode tactique employée : ligne, masse, ordre dispersé, bombardement suivi d'assaut, les règles qu'elle comporte sont les mêmes dans tous les cas. Les écrivains militaires sont d'accord sur ce point. L'un d'eux, le colonel Royet, auquel nous faisons quelques emprunts, précise qu'elles sont au nombre de quatre : sûreté, offensive, économie des forces, union des armes.



Carré à pans coupés

Ce carré, qui supprime les angles morts, fut employé par Desaix dans la Haute-Egypte.

La sûreté vient en garantie contre la surprise. Ne pas être surpris par l'ennemi est d'une nécessité si évidente, qu'elle ressort de l'instinct plutôt que d'une connaissance acquise. Les bêtes, elles-mêmes, vivant en troupes à l'état sauvage, possèdent cet instinct et elles le prouvent en plaçant, pour assurer leur sécurité, des sentinelles qui inspectent l'horizon et donnent l'alarme, s'il y a lieu.

C'est bien le moins que nous les imitions en plaçant des avant-gardes, des arrière-gardes et des flanc-gardes pour protéger la troupe en marche ; des sentinelles et des avant-postes dans le voisinage du campement. Ce service de sécurité est complété par des patrouilles et des reconnaissances de cavalerie, de dirigeables, d'aéroplanes, poussées en avant des lignes, à une distance aussi grande que possible, quand on se trouve dans le voisinage de l'ennemi, afin d'être constamment renseigné sur la distance à laquelle se trouve celui-ci et sur tous ses mouvements.

GÉNÉRAL LANGLOIS

Ecrivain militaire français très réputé, membre de l'Académie française, décédé.

Dans cet ordre d'idées, nous avons commis de lourdes fautes en 1870-71 ; les Allemands en ont également à leur actif.

Ainsi le prince Frédéric-Charles, croyant l'armée de Bazaine en retraite, se persuade qu'elle est en marche de Metz sur Verdun ; il cherche à l'atteindre le plus rapidement possible, et, dans ce but, il lance ses troupes à marches forcées, à « corps perdu » vers la Meuse. Or, l'armée française était restée campée tranquillement sous les murs de Metz, et les colonnes allemandes, dispersées, se trouvaient par conséquent l'avoir en plein sur leur flanc droit, exposées ainsi à un désastre, et cela pendant deux jours, les 14 et 15 août 1870. Ce ne fut, paraît-il, qu'à un simple hasard que le prince Frédéric-Charles dut de découvrir leur véritable emplacement.

De semblables erreurs nous ont été heureusement évitées dans la guerre actuelle. On sait notamment avec quel à-propos les généraux Gallieni et Maunoury saisirent au bond la faute commise par von Kluck qui, déviant de sa marche sur Paris, entreprit une marche de flanc dans la direction du sud-est. Ils lancèrent contre son flanc droit, imprudemment découvert, l'armée de Paris, et le résultat de la manœuvre fut la victoire de l'Ourcq, prélude de celle de la Marne, qui sauva la capitale.

Il faut dire qu'une marche de flanc, quoique toujours délicate et risquée, n'est pas *a priori* une faute ; elle n'en devient une que quand elle est mal entreprise et mal conduite, faite à contre-temps et sans chance de succès. Bien entreprise et bien conduite, elle peut réussir à sauver une situation compromise ou à procurer de notables succès. Mais ici c'est le génie qui est surtout nécessaire. Napoléon et ses généraux en ont entrepris quelques-unes et s'en sont bien trouvés, notamment en 1809, quand Napoléon, voulant concentrer son armée sur la rive droite du Danube, fit exécuter ces belles marches-manœuvres, qui seront éternellement admirées, entre Ratis-

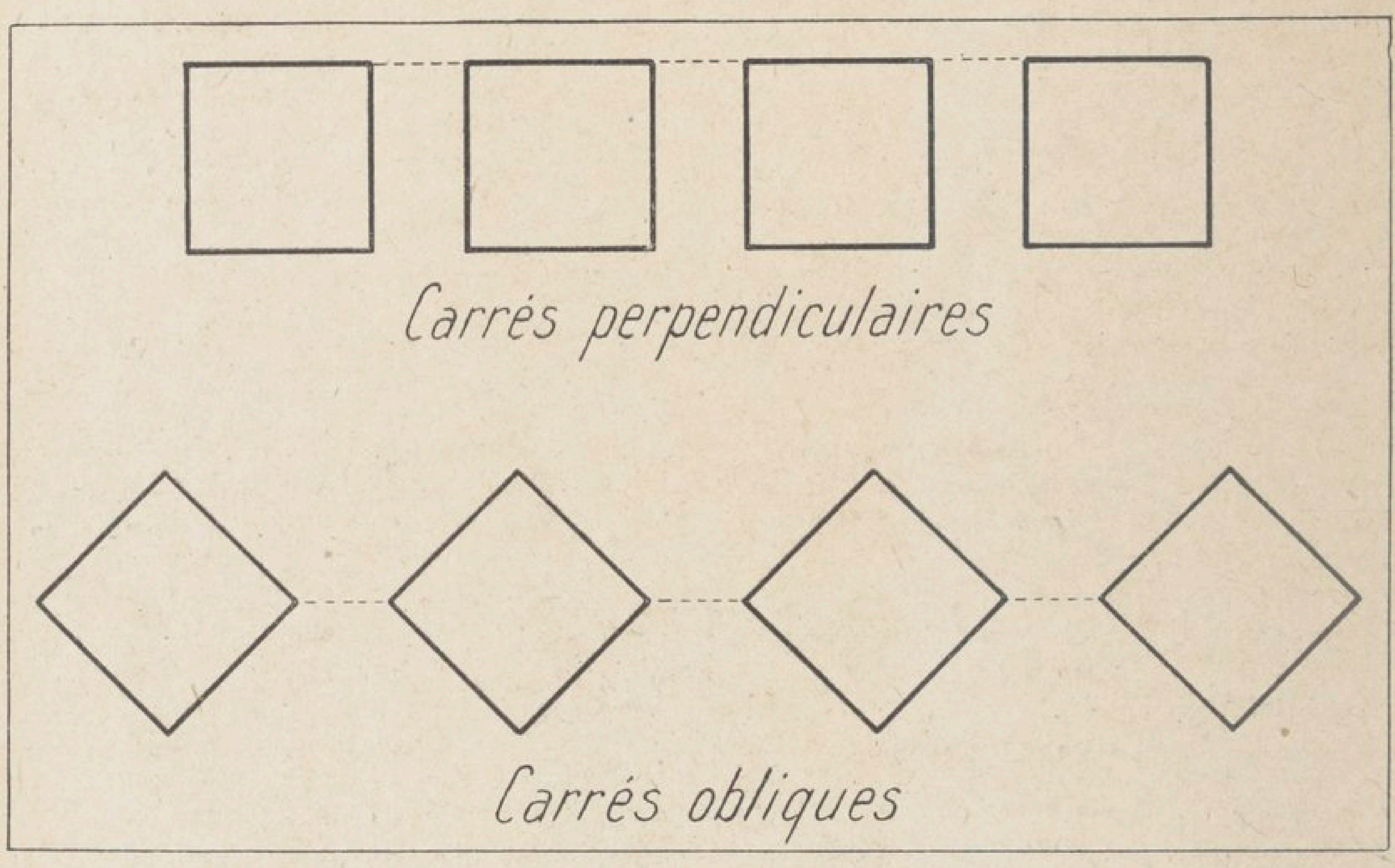
bonne et Augsbourg. Davoust dut, avec 30.000 hommes, faire une marche de flanc le long du fleuve devant les Autrichiens, qui étaient à trois lieues, en grandes forces et commandés par l'archiduc Charles. Il fit exécuter pendant la nuit cette marche aventureuse qui eut cependant un plein succès.

La deuxième règle est l'offensive.

Il y a toujours intérêt à pratiquer l'offensive, c'est-à-dire à frapper le premier, et à frapper fort, aussi longtemps que possible, jusqu'à ce que l'ennemi tombe à terre, vaincu.

attaques énergiques et être suivie aussitôt d'une reprise du mouvement en avant.

Le combat, dit le décret du 28 mai 1895 sur le service des armées en campagne, peut être offensif ou défensif, mais il a toujours pour but de briser par la force la volonté de l'ennemi et de lui opposer la nôtre. Seule, l'offensive permet d'obtenir des résultats décisifs. La défensive passive est vouée à une défaite certaine; elle est à rejeter absolument. Chercher ou non le combat, tel est le trait essentiel qui distingue l'offensive de la défensive.



LES CARRÉS PEUVENT ÊTRE PERPENDICULAIRES OU OBLIQUES A LA LIGNE DE BATAILLE

Dans une querelle entre deux hommes, quand les arguments pacifiques sont épuisés et que le corps à corps est devenu inévitable, c'est généralement celui qui engage la lutte le premier qui a le plus de chances d'avoir le dessus. Un coup de poing dans la figure ou en pleine poitrine, ou bien un coup de pied bas peut mettre, en effet, son adversaire immédiatement hors de combat.

Pourquoi n'en serait-il pas de même de deux armées? L'Histoire, d'ailleurs, enseigne que la guerre purement défensive, la guerre dite de position est fatalement vouée à l'insuccès. Nous en avons su quelque chose en 1870. Les Boers et les Russes en Mandchourie l'ont également appris à leurs dépens.

Même si, par suite de circonstances spéciales, on est amené à livrer une bataille défensive, celle-ci doit comporter des contre-

Le combat se déroule généralement en trois grandes phases : la préparatrice, l'action décisive, l'achèvement. Les principes qui président, en vue de chacune d'elles, à la répartition des forces, peuvent se résumer ainsi : pour le combat de préparation, imposer à l'ennemi, sur tous les points où il montre des troupes, le maximum de forces nécessaire pour le contenir, l'immobiliser, l'user en le tenant à tout moment sous la menace d'une crise décisive ; pour l'action décisive, réserver une partie des forces afin de produire un effort violent et concentré sur le point choisi ; pour l'achèvement, garder une réserve tenue soigneusement à l'abri des émotions de la lutte jusqu'à la solution définitive de l'affaire, afin de compléter le succès par une poursuite à outrance, ou de limiter l'insuccès par une dernière résistance

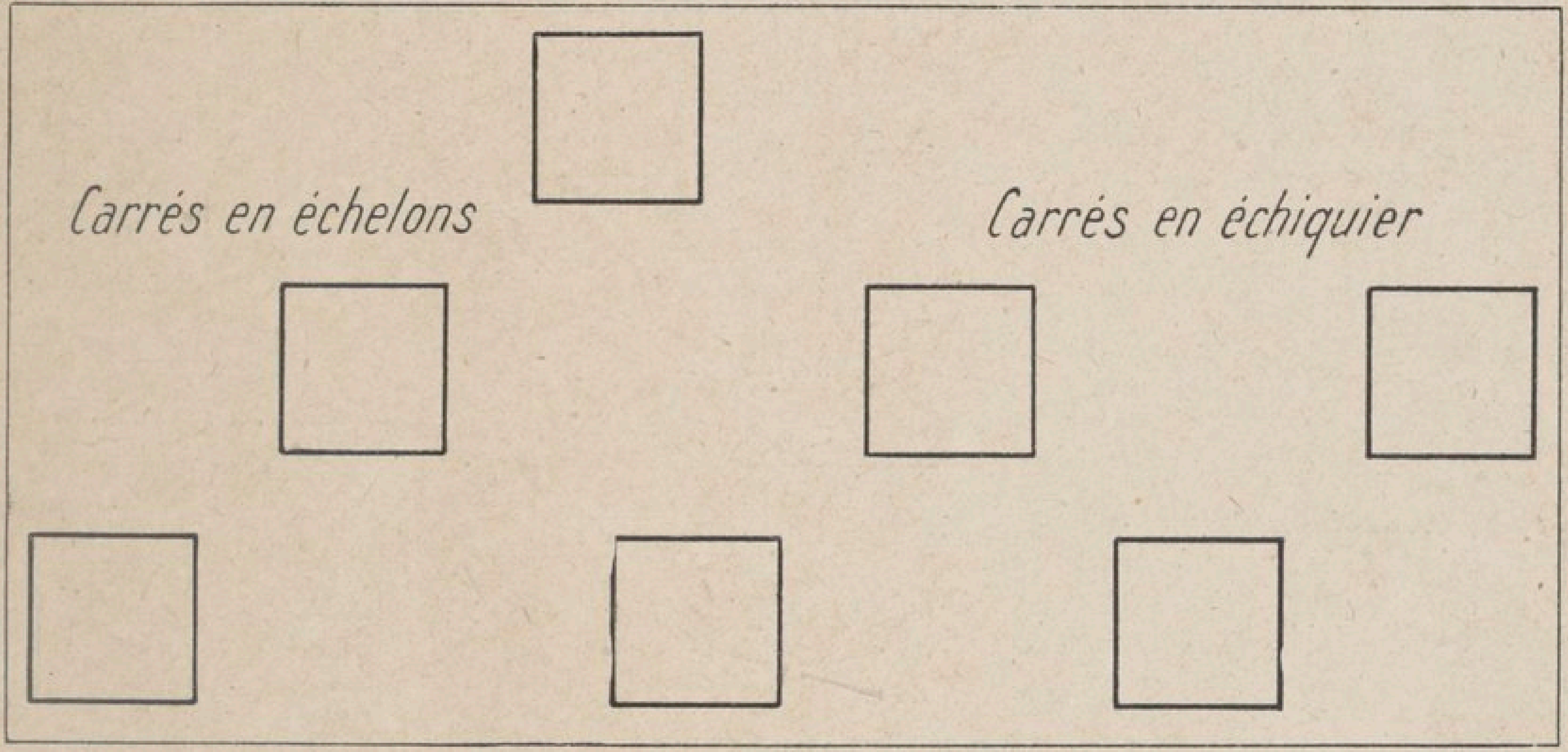
qui permette le rétablissement de l'ordre.

« Le mouvement, dit le colonel Royet, telle sera la loi des combats futurs, avec la manœuvre comme corollaire immédiat.

Mais pour manœuvrer, il faut être libre ; pour être libre, il est obligatoire, indispensable d'*imposer sa volonté à l'ennemi.*

Proclamons-le encore une fois : seule l'offensive peut procurer ce résultat. »

Sans doute, l'offensive seule est susceptible de fournir une solution, mais il ne faut pas se lancer follement contre un ennemi trop nombreux, puissamment armé et fortement retranché, car c'est courir à un



LES CARRÉS PEUVENT ENCORE ÊTRE DISPOSÉS EN ÉCHELONS OU EN ÉCHIQUIER

désastre, les fusils modernes et les mitrailleuses, sans compter les canons à tir rapide, opérant des ravages effroyables dans les troupes massées. Dans ce cas, on a recours aux tranchées, aux parallèles, comme dans l'ancienne guerre de siège, permettant le jet des grenades, des torpilles aériennes dans les tranchées de l'adversaire, sans s'offrir comme cible à ses coups. Ou bien, comme on le fait aujourd'hui, on détruit plus ou moins complètement ses tranchées et ses fortifications, on tue ou on éloigne ses défenseurs par le moyen d'un bombardement intense, suffisamment prolongé, à l'aide de pièces de gros calibre, ce qui permet de les enlever d'assaut aisément et avec peu de pertes. Il y a là une question de mesure, d'appréciation et de jugement de la part des chefs, surtout en ce qui concerne le mode d'assaut : ligne, masse ou ordre dispersé.

Les Allemands ayant voulu, au cours de la guerre actuelle, et notamment devant Verdun, employer encore l'assaut en masses compactes, après un bombardement, on sait quelles pertes terribles il en résulta pour eux, leur préparation d'artillerie n'ayant pas été suffisamment efficace et les nôtres ayant su y parer ; tandis que notre offensive dans la Somme ne nous cause que peu de pertes, notre bombardement étant suffisant pour détruire à peu près complètement les fortifications de l'adversaire, et mettre celui-ci hors d'état d'opposer une résistance efficace.

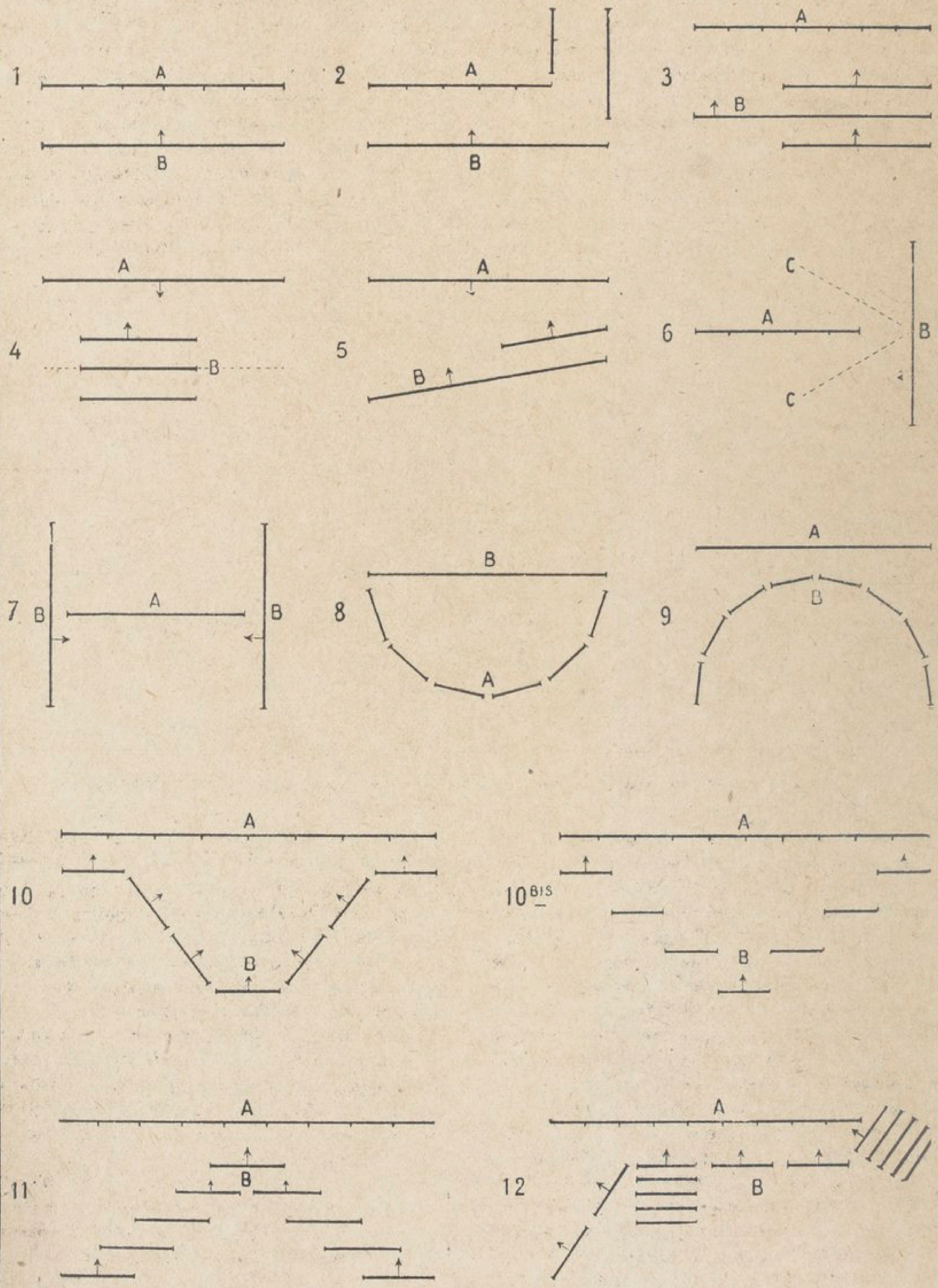
La victoire, c'est la conquête du champ de bataille sur l'ennemi. C'est aussi l'abandon du terrain par le vaincu. C'est l'abaissement du pavillon par celui-ci. Renoncer au combat, c'est céder à la volonté de l'ennemi.

Les armes qui répondent le mieux à la volonté des combattants sont celles qui les rapprochent le plus ; les armes dont on se sert à distance sont plutôt les instruments de la pensée. De là, deux espèces de combats : le combat de main et le feu.

Le feu détruit ; le combat de main achève. Le feu produit un danger terrible, mais encore éloigné et longtemps indécis. Dans le combat de main, au contraire, la destruction de l'ennemi est certaine. Le feu ébranle la volonté du combattant ; le combat de main l'anéantit. Cette imminence de destruction est donc le moyen le plus sûr de chasser l'ennemi d'une position. C'est le but de l'arme blanche, dont il était fait jadis un si grand usage.

Le but du feu étant la destruction de l'ennemi et celui du combat de main de le mettre en fuite, il faut en conclure que le premier de ces combats est l'instrument de la

PRINCIPAUX DISPOSITIFS D'ORDRES DE BATAILLE



Jomini distingue l'ordre parallèle, l'ordre oblique, l'ordre perpendiculaire. Il n'y a pas d'ordre naturel de bataille ; les circonstances le déterminent.

EXPLICATION DES FIGURES DE LA PAGE CI-CONTRE

(La lettre A désigne l'armée défensive, la lettre B l'armée offensive)

On compte au moins douze espèces d'ordres de bataille: 1, l'ordre parallèle ou simple; — 2, l'ordre parallèle renforcé sur le centre; — 3, l'ordre renforcé sur une ou deux ailes; — 4, l'ordre renforcé sur le centre; — 5, l'ordre oblique simple ou bien renforcé sur l'aile assaillante; — 6 et 7, l'ordre perpendiculaire sur l'une ou sur les deux ailes; — 8 et 10, l'ordre concave; — 9, l'ordre convexe; — 10 bis, *l'ordre échelonné sur une ou sur deux ailes; — 11, l'ordre échelonné sur le centre; — 12, l'ordre combiné d'une forte attaque sur le centre et sur l'une des extrémités, en même temps.*

Chacun de ces ordres peut être employé simplement ou bien être combiné avec la manœuvre d'une forte colonne destinée à tourner la ligne ennemie.

L'ordre parallèle (fig. 1) est le plus mauvais, car il n'y a aucune habileté à faire combattre les deux partis à chances égales, bataillon contre bataillon: c'est l'absence de toute tactique. L'ordre parallèle avec un crochet sur le flanc (fig.2) se prend ordinairement dans une position défensive.

L'ordre parallèle (fig. 3) renforcé sur une des ailes ou celui (fig. 4) renforcé sur le centre pour percer celui de l'ennemi sont beaucoup plus favorables que les deux précédents.

L'ordre oblique (fig. 5) est celui qui convient le mieux à une armée inférieure qui va attaquer une supérieure. Elle offre l'avantage de porter le gros des forces sur un seul point de la ligne ennemie.

L'ordre perpendiculaire sur une ou deux ailes (fig. 6 et 7) n'est qu'une formule de théorie pour indiquer la direction tactique sur laquelle on porterait les efforts. Jamais deux armées ne se trouveraient dans les positions perpendiculaires telles qu'on les voit sur le dessin; car si l'armée B *prenait, en effet, sa première direction en ligne perpendiculaire sur une ou sur les deux extrémités de l'armée* A, *celle-ci changerait aussitôt le front d'une partie de sa ligne, et même l'armée* B, *dès qu'elle aurait atteint ou dépassé l'extrémité, ne manquerait pas de rabattre ses colonnes à droite ou à gauche pour les rapprocher de la ligne ennemie, en sorte que la partie* C *la prendrait à revers, et il en résulterait deux véritables lignes obliques comme elles sont pointées sur la figure 6. On doit inférer de là qu'une seule division de l'armée assaillante se porterait perpendiculairement sur le flanc ennemi, tandis que le reste de cette armée se rapprocherait du front pour l'inquiéter, ce qui ramènerait toujours à une des dispositions obliques indiquées par les figures 5 et 12.*

L'ordre concave sur le centre (fig. 8) a trouvé des partisans depuis qu'Annibal lui doit la victoire de Cannes. Il peut être en effet très bon, lorsqu'on le prend par suite des événements de la bataille, c'est-à-dire quand l'ennemi s'engage dans le centre qui cède devant lui et qu'il se laisse envelopper par les ailes (c'est la tenaille qui se referme). Mais si on prenait cette formation avant la bataille, l'ennemi, au lieu de se jeter au centre, n'aurait qu'à tomber sur les ailes, qui présenteraient d'elles-mêmes leurs extrémités, et qui se trouveraient dans la même situation que si elles étaient assaillies de flanc. Aussi ne prend-on guère cette position que contre un ennemi qui serait formé lui-même en ordre convexe pour livrer bataille.

A la vérité, une armée formera rarement un demi-cercle et prendra plutôt une ligne brisée rentrant vers le centre (fig. 10) comme, dit-on, les Anglais, à Crécy et à Azincourt. La bataille d'Essling offre l'exemple de l'avantage d'une ligne concave.

L'ordre convexe saillant au centre (fig. 9) se prend pour combattre immédiatement après un passage de fleuve, lorsqu'on est forcé de refuser les ailes pour s'appuyer au fleuve et couvrir les ponts, ou bien encore lorsqu'on combat défensivement adossé à une rivière et qu'on veut couvrir le défilé, comme à Leipzig. Enfin, on peut le prendre naturellement pour résister à un ennemi qui forme une ligne concave. Si l'ennemi dirigeait un effort plus ou moins considérable sur le saillant ou sur une des extrémités seule, cet ordre entraînerait la ruine de l'armée.

L'ordre échelonné sur les deux ailes (fig. 10 bis*) est à peu près dans le même cas que l'ordre perpendiculaire de la fig. 7, mais néanmoins, un peu meilleur.*

L'ordre échelonné sur le centre seulement (fig. 11) peut s'employer surtout avec succès contre une armée qui occuperait une ligne morcelée et trop étendue, parce que son centre se trouverait alors isolé des ailes, de manière à être accablée séparément; cette armée, coupée ainsi en deux, serait probablement détruite. Il serait moins sûr contre une armée occupant une position unie et serrée.

L'ordre d'attaque en colonnes sur le centre et sur une extrémité en même temps (fig. 12) est plus convenable que le précédent, lorsqu'il s'applique surtout à une ligne ennemie contiguë; on peut même dire que, de tous les ordres de bataille, c'est le plus naturel: en effet, l'attaque sur le centre, secondée par une aile qui déborde l'ennemi empêche celui-ci de fondre sur l'assaillant en le prenant de flanc; l'aile ennemie, qui se trouvera serrée entre l'attaque du centre et celle de l'extrémité, ayant la presque totalité des masses assaillantes à combattre, sera accablée et probablement détruite.

Jomini fait observer que ces différents ordres ne sauraient être pris au pied de la lettre, comme les figures géométriques les indiquent. Un général qui voudrait établir sa ligne de bataille avec la même régularité que sur le papier ou une place d'exercice serait incontestablement trompé dans son attente et battu, surtout d'après la méthode actuelle de faire la guerre (il écrivait en 1837). Aussi ces sortes de figures n'ont-elles jamais servi qu'à indiquer une disposition approximative, un système.

préparation et le second celui de la décision

Le combat n'a donc que deux phases : la destruction et la décision. On les appelle aujourd'hui : la préparation et l'assaut.

La supériorité dans les combats résulte des quatre principaux faits suivants :

1° Supériorité dans l'emploi des armes ;

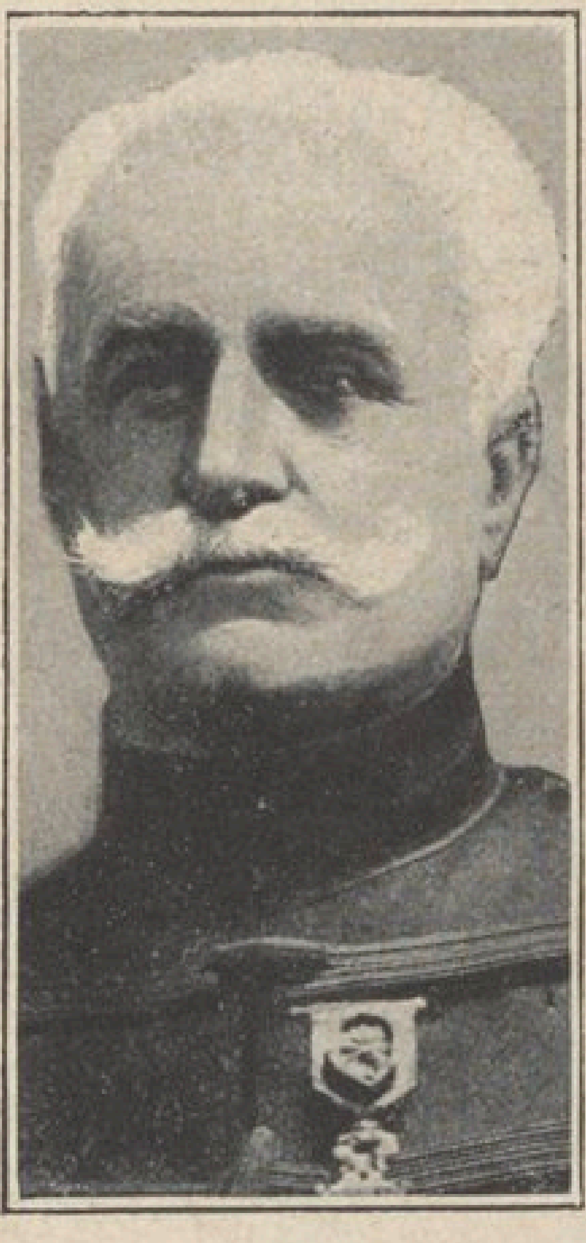
2° Supériorité dans les formations tactiques et dans les manœuvres ;

3° Supériorité du nombre ;

4° Avantages du terrain.

Une autre règle de la guerre, non moins importante que les précédentes est l'économie des forces, c'est-à-dire une juste proportion entre la force offensive et la défensive — entre la troupe qui attaque et celle qui se défend. Il ne faut pas un bœuf pour écraser un œuf ; il ne faut pas un pavé pour assommer une mouche. Les retranchements doivent être attaqués de loin par l'artillerie et rendus absolument intenables.

Cette règle, qui paraît si simple et évidente, a cependant été violée bien des fois, et même par de grands capitaines. Napoléon, lançant trop de monde à l'assaut de la ferme de Hougoumont, à Waterloo, perdit ainsi un grand nombre de soldats dont l'absence se fit cruellement sentir vers la fin de la bataille.



GÉNÉRAL DE LACROIX

Ancien commandant de l'Ecole supérieure de guerre, critique militaire éminent.

La dite règle interdit aussi d'immobiliser inutilement des réserves en arrière du champ de bataille, ainsi que le fit Bazaine le 18 août 1870, quand il garda toute une journée, au repos, la Garde, forte de 30.000 hommes, à quelques kilomètres de Saint-Privat, où l'armée de Metz et le maréchal Canrobert s'efforçaient vainement d'arrêter le flot toujours grossissant des Allemands.

A cette règle de l'économie des forces, on peut encore rattacher le rôle de l'avant-garde, considérée, non plus comme moyen de sûreté, d'éclairage et de renseignements, mais comme instrument de combat lié étroitement à l'idée de l'offensive et aidant à sa réalisation.

Son rôle devient alors très important ; elle permet au général en chef de conserver sa liberté d'action, c'est-à-dire d'accepter ou de refuser le combat et de choisir la manœuvre dont il demeure le maître.

On l'a comparée au sens du toucher d'un aveugle ; on peut aussi dire d'elle qu'elle est comme les antennes de certains insectes. Elles lui permettent de découvrir l'obstacle, c'est-à-dire l'ennemi, de le tâter, de le palper pour ainsi dire, sur chacun des points de sa ligne, et de se faire, par des démonstrations appropriées, des escarmouches ou des petits combats, une opinion précise sur la force ou la faiblesse de ces points.

La dernière des règles les plus essentielles de la guerre, et dont il est impossible de ne pas tenir compte, est l'union des armes.

Infanterie et cavalerie, artillerie et aviation, génie et train des équipages, doivent agir de concert, dans la plus parfaite harmonie et se prêter sans cesse un mutuel appui. A cette condition là seulement, la victoire est possible. Chaque arme, en effet, prise isolément, est impuissante à réduire à merci l'adversaire ; leur ensemble est nécessaire pour le faire reculer, le désorganiser, le frapper à mort et s'assurer la possession du terrain, signe tangible du succès. Une armée à laquelle une seule de ces armes manquerait serait fatalement vouée à la défaite.

L'infanterie — le *centre*, comme on l'appelait jadis parce qu'on la plaçait toujours, dans l'ancienne tactique, au centre de la ligne de combat — est assurément la plus importante de toutes. Elle seule, en effet, est capable d'assurer et de maintenir la possession du terrain. C'est pour cette raison qu'on lui décerne le titre flatteur de reine des batailles.

D'autre part, l'infanterie donnera un appui indispensable aux autres armes qui travaillent si bien pour elle. Elle assurera les derrières de la cavalerie et sera toujours prête à la recueillir, et les chevauchées en avant de celle-ci ne seront pas inutiles.

Mais toutes ces règles, si bien appliquées soient-elles, toute l'instruction, aussi parfaite que possible, des hommes, tout leur dévouement, leur courage, sont insuffisants sans la science et l'habileté des chefs, sans la valeur du haut commandement.

Nous avons eu le malheur de ne pas l'avoir en 1870, et cela nous a valu nos désastres.

Cette fois, nous sommes mieux servis. Et c'est ce qui permet de prédire une fin de la guerre heureuse pour nous, une victoire dès maintenant assurée — notre Revanche !...

GÉNÉRAL X...

LA PATE DE BOIS POUR FABRIQUER LE PAPIER

Par Antonin BEAUVISAGE
INGÉNIEUR DES ARTS ET MANUFACTURES

Le papier étant un feutrage de fibres de cellulose, on a cherché à se procurer cette dernière matière en grandes quantités, au fur et à mesure que les besoins de la consommation augmentaient.

Dans le nº 27 de *La Science et la Vie*, nous avons longuement décrit la fabrication du papier et indiqué qu'il était obtenu, dans les grandes usines modernes, à l'aide de pâtes de bois, chimiques ou mécaniques, transformées par des machines spéciales.

Nous montrerons, dans cet article, qui complète le précédent, comment est fabriquée cette pâte, qui a remplacé à peu près complètement la bouillie de chiffons dont on se servait précédemment dans les papeteries.

On sait que la cellulose est la substance principale constitutive de toutes les plantes; elle s'y trouve accompagnée d'autres éléments, moins résistants qu'elle, qui peuvent être attaqués par certains acides et séparés ainsi de la cellulose, la seule qui soit importante pour la fabrication du papier.

On se procure de la cellulose en traitant les chiffons, l'alfa, le bambou, etc., mais la principale source d'où on la tire actuellement est l'écorce ou la tige de certains arbres, tels que le tilleul, le bouleau, le peuplier et le hêtre ; on emploie surtout le pin et le sapin pour le papier de journaux, et le tremble pour les papiers d'écriture.

LE PAPYRUS, SORTE DE ROSEAU QUE LES ÉGYPTIENS PRÉPARAIENT EN MINCES LAMELLES DONT ILS FAISAIENT DES FEUILLES POUR RECEVOIR L'ÉCRITURE HIÉROGLYPHIQUE.

Le Canada et les pays scandinaves sont les principaux pays exportateurs de la pulpe de bois, qu'on appelle aussi pâte de bois. On distingue deux principales qualités de ce produit, d'après le traitement que l'on fait subir aux troncs d'arbres pour en extraire la cellulose. En effet, on peut agir sur les bûches, soit mécaniquement, au moyen de couteaux ou de meules, soit par des réactifs chimiques, et obtenir ainsi la pâte de bois mécanique ou la pâte chimique.

La pâte mécanique est surtout employée pour fabriquer des papiers ordinaires, car la fibre ainsi produite ne se feutre pas facilement parce qu'elle est trop courte. On ne peut donc s'en servir pour obtenir des papiers fins et résistants, mais son emploi donne des papiers opaques et de qualité convenable, sans qu'on ait besoin de mélanger la pâte à des substances minérales susceptibles de les rendre cassants, tels que le sulfate de baryte, la chaux, le plâtre, le talc, l'amiante, etc.

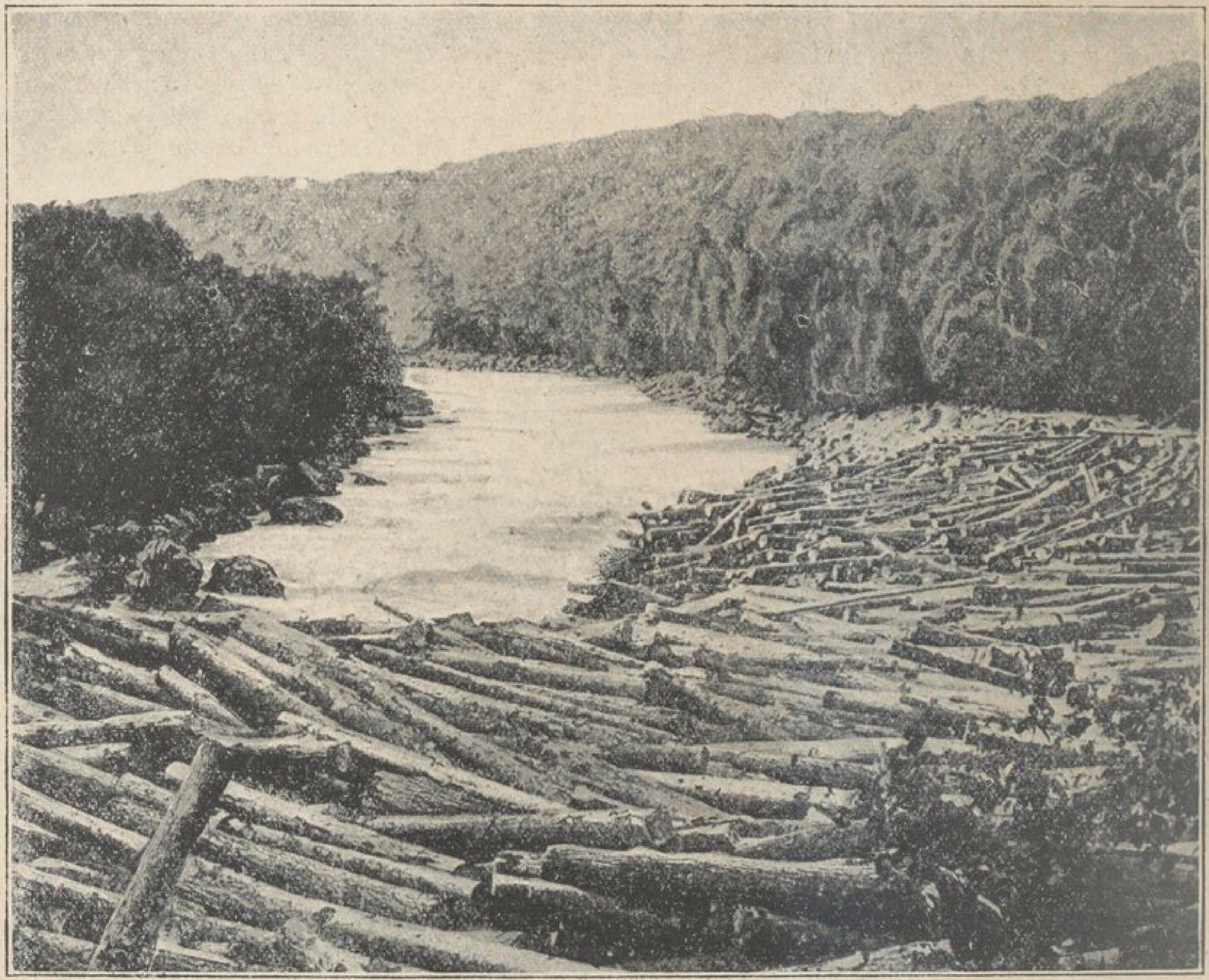
On avait fait à Ratisbonne, dès la fin du

XVIII^e siècle, vers 1765, et un peu plus tard en Angleterre, des essais en vue d'utiliser le bois dans la fabrication du papier. On employait à cet effet des pilons trop légers, insuffisants pour produire à bas prix des quantités très importantes de pâtes.

Plus tard, des industriels français du Vaucluse remplacèrent les pilons et les maillets par des meules, mais la pâte ainsi produite ne pouvait entrer dans la composition des papiers ordinaires à cause de son prix de revient, qui était trop élevé.

Vers 1840, un tisserand saxon, nommé Keller, eut l'idée de désagréger du bois mécaniquement pour le réduire à l'état de pâte, afin de remplacer les chiffons, dont la hausse empêchait l'emploi dans la fabrication des papiers communs. En 1843, il parvint à user des bûches de bois sur une meule de grès, et il vendit le privilège d'exploiter son invention à un fabricant de papier nommé Volter, pour la somme de 2.100 marks.

Völter mit au point l'idée de Keller et imagina une série de machines qui permirent d'employer industriellement la pâte de bois mécanique dans les fabriques de papier. Depuis cette époque, on a considérablement perfectionné le matériel de Völter, mais le principe de la fabrication est resté le même et consiste à râper le bois au moyen de meules de grès dur. Une fois la fibre désagrégée, on la tamise sur des toiles métalliques de différents calibres et l'on procède en dernier lieu au raffinage de la pâte.



TRANSPORT DES BOIS PAR FLOTTAGE SUR COURS D'EAU

Les troncs abattus et ébranchés sont lancés dans les rivières qui traversent les forêts en exploitation. Près des usines sont installés des barrages qui arrêtent les bois flottés aux endroits voulus.

Les arbres abattus dans les forêts, et privés de leurs branches, sont lancés dans les rivières dont ils descendent le cours par flottage. On les arrête aux endroits voulus par des barrages et on les empile sur les rives, près des usines. Souvent aussi, quand il s'agit de leur faire descendre de grands fleuves, on réunit les troncs d'arbres en trains que l'on abandonne à eux-mêmes en les faisant guider, soit simplement par des

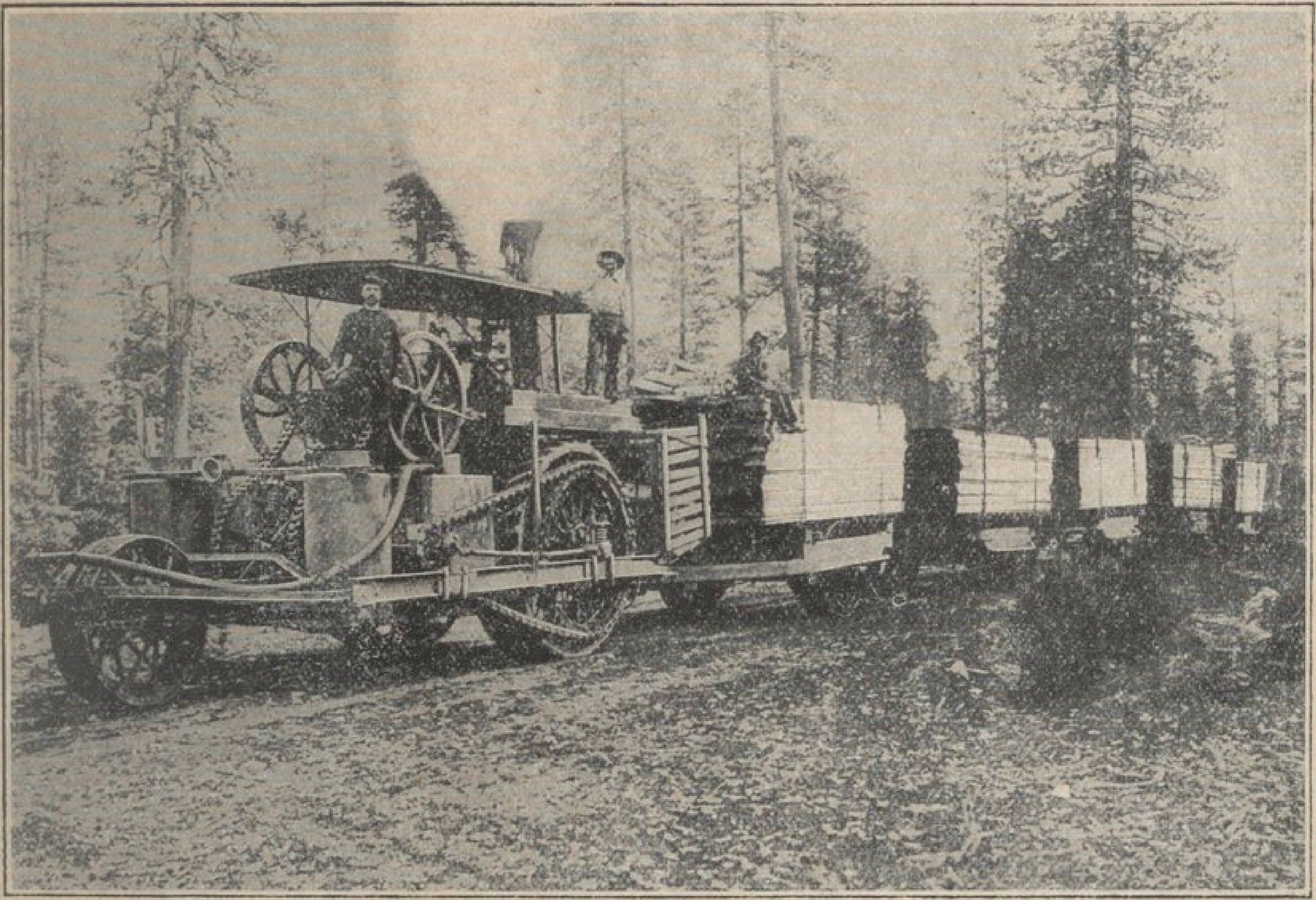
mariniers munis de gaffes extrêmement longues, soit par des remorqueurs.

On débite d'abord les billes de bois en tronçons au moyen d'une scie circulaire.

On construit des machines à tronçonner à grande production comportant une demi-douzaine de scies circulaires montées sur une série d'arbres parallèles supportés par un même bâti. Les arbres sont écartés les uns des autres d'environ un mètre ; les plans des scies sont espacés de 30 à 80 centimètres et souvent plus, suivant la largeur des meules à débiter. Les billes, amenées sur le bâti de la machine par un transporteur à courroie ou à chaînes sans fin, sont poussées successivement contre chaque scie.

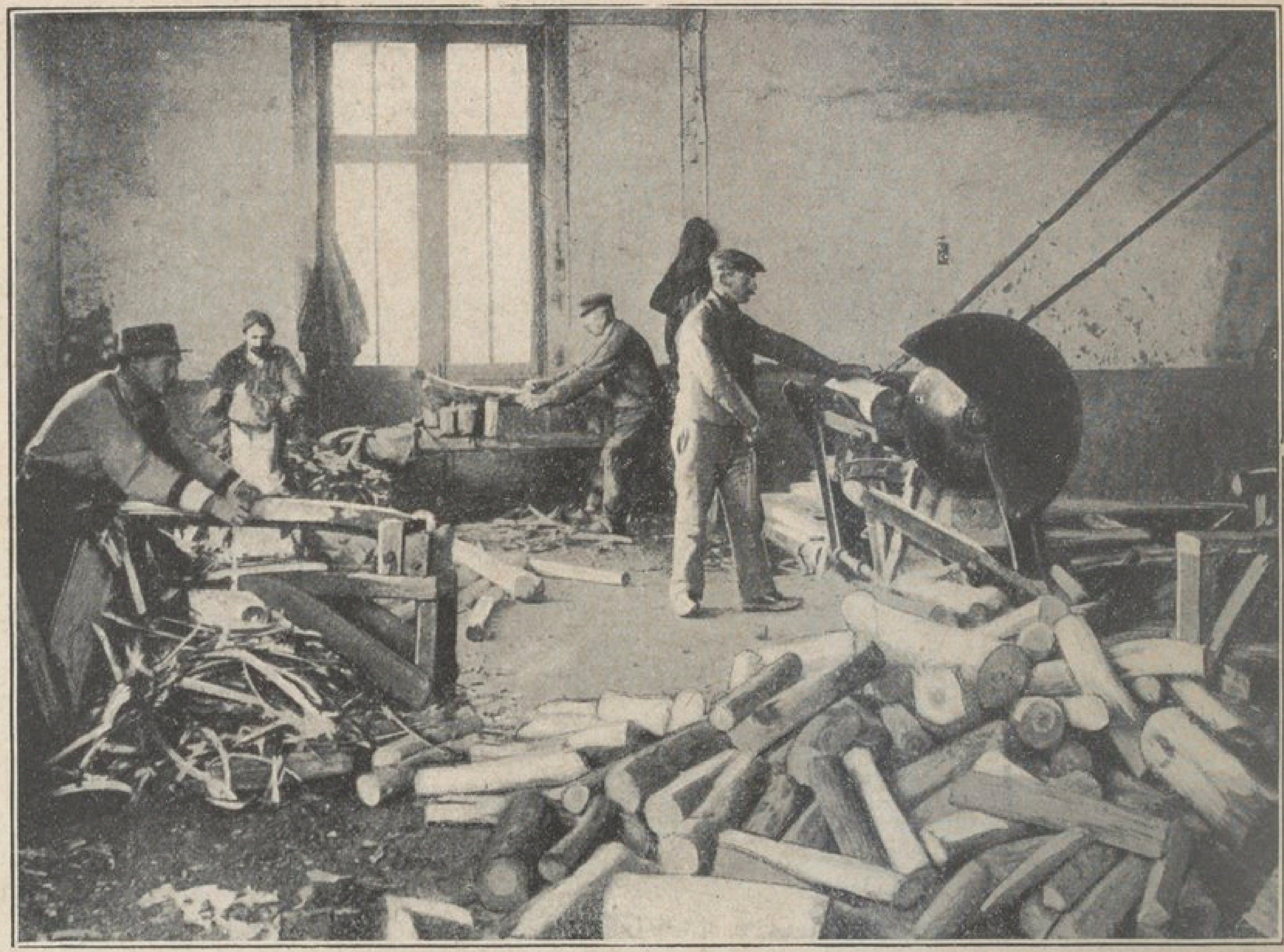
On écorce ensuite le bois au moyen de machines diverses comportant, soit des rabots mécaniques, soit des couteaux. On emploie beaucoup, au Canada et dans les pays scandinaves, le tambour horizontal Wertheim dont l'enveloppe est formée par une série de barres de fer en forme d'U renversé, parallèles à l'axe de rotation et dont la longueur atteint 2 m. 20 pour un diamètre à peu près identique. On introduit les bûches dans le tambour par une ou deux ouvertures munies de trappes, et on remplit l'appareil en laissant un vide supérieur égal au sixième du diamètre. Le tambour, une fois rempli dans ces conditions, tourne à la vitesse d'environ six tours par minute au milieu d'un bassin plein d'eau dans lequel il plonge jusqu'au tiers environ de son diamètre. Le frottement des bûches entre elles et les chocs contre l'enveloppe métallique détachent les écorces qui se brisent et qui passent entre les interstices des fers qui forment la périphérie. Une palette extérieure oblique recueille les déchets d'écorce qu'on utilise comme combustible après les avoir fait sécher. Les tronçons de bois trop gros sont refendus à la main au moyen d'une hache, ou mécaniquement par une machine spéciale d'une très grande puissance.

Le bois est ensuite traité dans un défibreur qui consiste essentiellement en une meule de grès tournant à grande vitesse et contre laquelle les bûches étaient autrefois constamment appuyées au moyen de leviers à main. On emploie aujourd'hui des presses hydrauliques fournissant un travail plus



TRANSPORT AUTOMOBILE DE BOIS DANS UNE FORÊT CANADIENNE

Les planches, délardées, c'est-à-dire privées de l'aubier, sont chargées sur des véhicules à deux roues, attelés à une locomobile routière à vapeur qui les remorque vers la gare la plus proche.



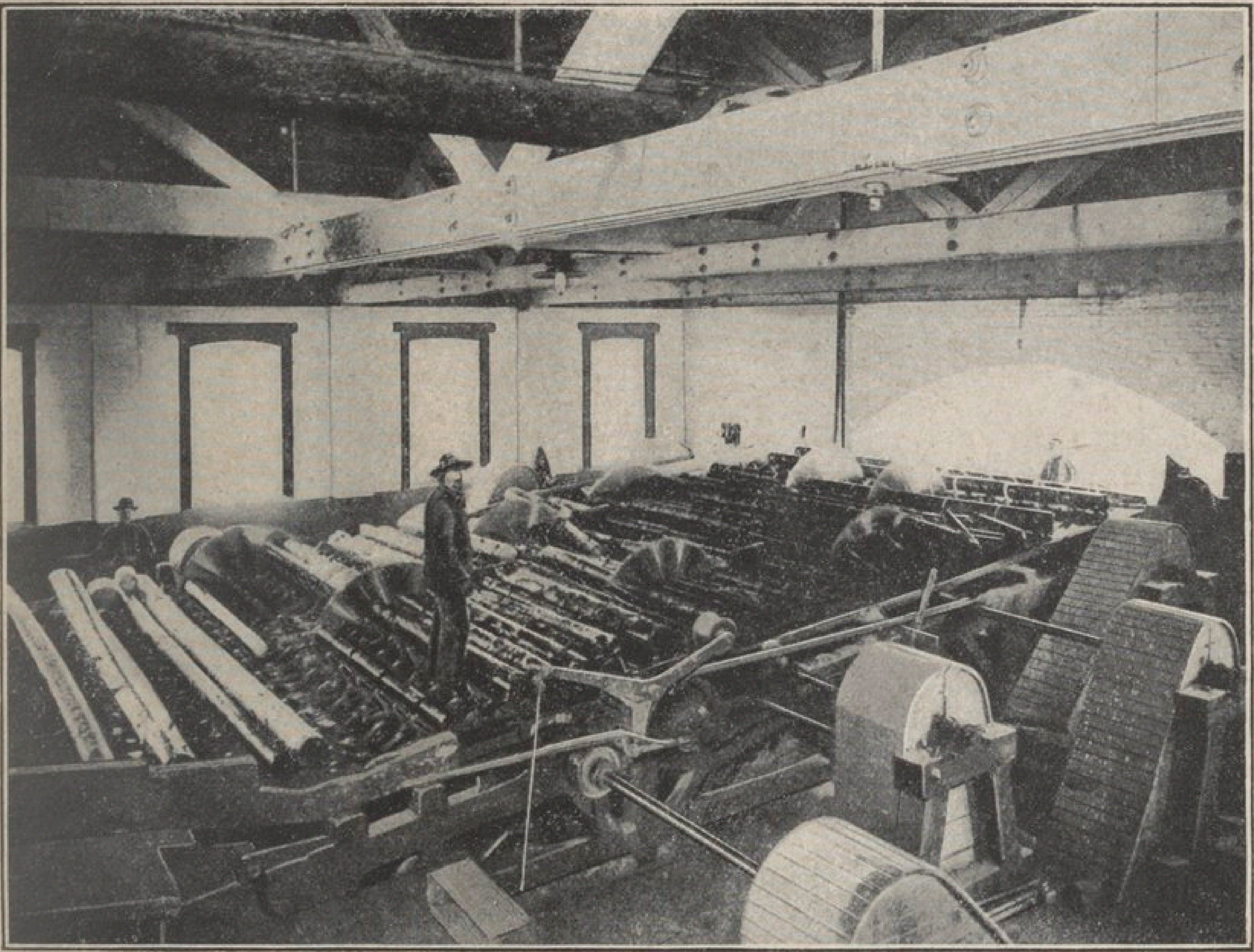
ÉCORÇAGE ET SCIAGE DU BOIS EN VUE DE SON TRAITEMENT POUR LA MISE EN PATE

OPÉRATION DU PERÇAGE DES BUCHES POUR LA SUPPRESSION DES NŒUDS INTÉRIEURS

régulier et qui permettent de supprimer un travail très fatigant pour les ouvriers. Il existe aussi des meules munies de poussoirs mécaniques à vis ou à crémaillères.

Quand on introduit les bûches dans les logements ou *cabinets* (en anglais *box*) disposés de chaque côté de la meule, on fait agir les poussoirs. La surface de la meule est constamment arrosée par un courant d'eau froide pure qui entraîne le bois *défibré*.

Une grande meule (à froid) ayant 1 m. 80 de diamètre et 0 m. 50 d'épaisseur, actionnée par un moteur de 100 chevaux, fournit environ 1.500 kilogrammes de pâte humide par jour. Le travail à chaud permet d'appliquer une force motrice beaucoup plus considérable à un défibreur, et, par conséquent, d'augmenter son rendement, tout en obtenant une pâte de bonne qualité, plus fine et plus régulière que celle des appareils à froid.



DÉBITAGE DES TRONCS EN BUCHES DANS UNE USINE CANADIENNE

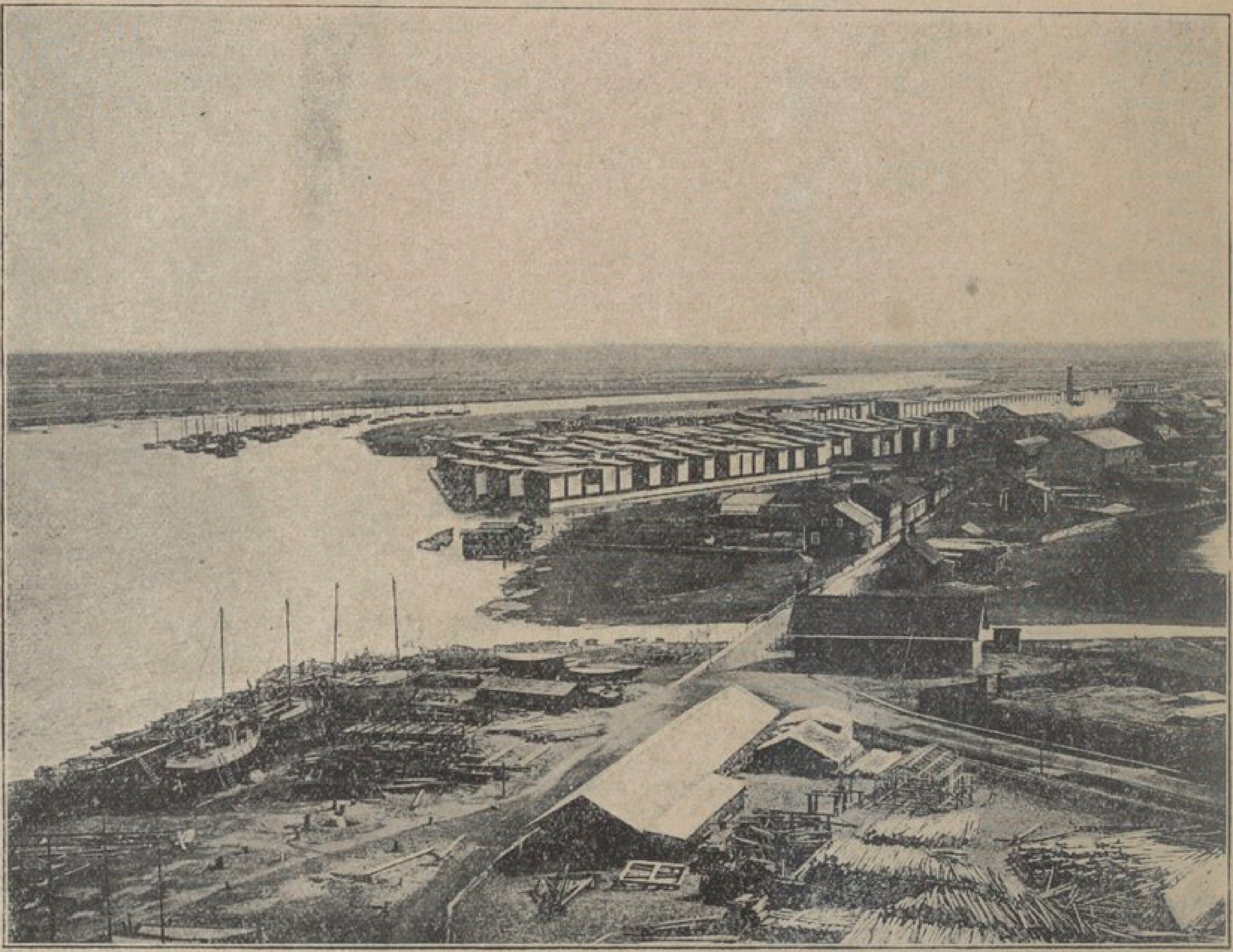
Les arbres avancent parallèlement sous l'action de taquets mécaniques qui les poussent de gauche à droite, et les troncs sont ainsi présentés successivement à des scies circulaires.

Chaque défibreur comporte six ou huit cabinets, suivant que l'axe de la meule est horizontal ou vertical. On présente le bois, soit avec ses fibres parallèles à l'axe de rotation, soit, de préférence, en sens inverse, ce qui donne une pâte à fibres plus longues.

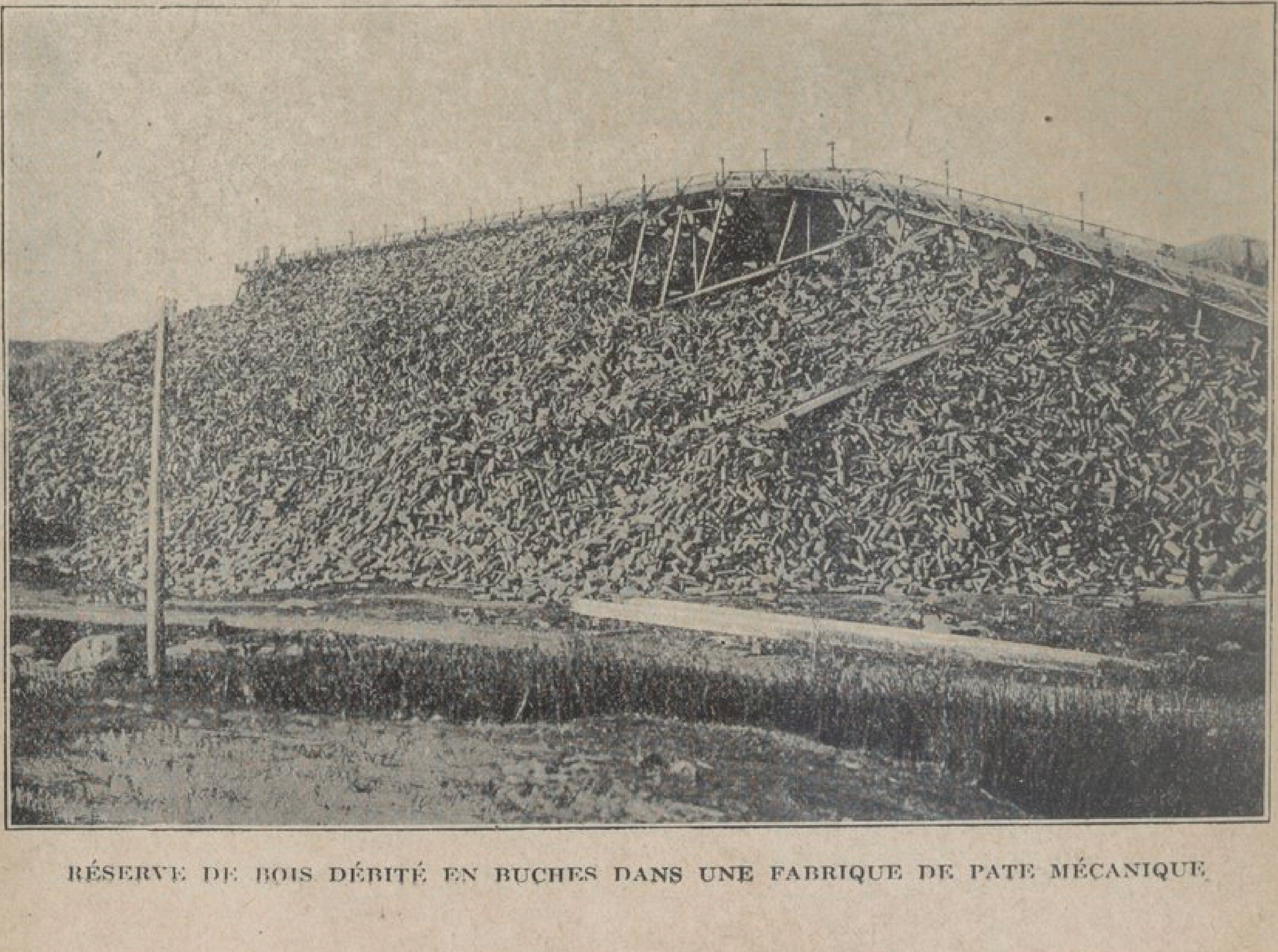
On peut serrer très fortement le bois contre la meule et faciliter le défibrage en employant une très petite quantité d'eau. Le liquide s'échauffe alors suffisamment pour dégager de la vapeur. Ce défibrage à chaud procure une économie de force motrice de 20 % par rapport au travail fait à l'eau froide.

Au sortir du défibreur, la pâte contient nécessairement des déchets de bois et des particules grossières que l'on sépare au moyen d'un diviseur mécanique à tamis.

La pâte insuffisamment défibrée arrive dans une cuvette d'où elle tombe dans une trémie, puis elle passe successivement sur trois tamis ayant respectivement 18.500 trous ronds de 3, 5 millimètres, 68.000 trous de 1,5 millimètre, et 160.000 trous de 0,6 à 1 millimètre. La partie perforée des tamis, inclinés de 50 millimètres par mètre, a environ 1 m. 20 de longueur et 0 m. 50 de



VUE D'ENSEMBLE D'UNE USINE DE PATE A PAPIER SUR UNE RIVE DU SAINT-LAURENT

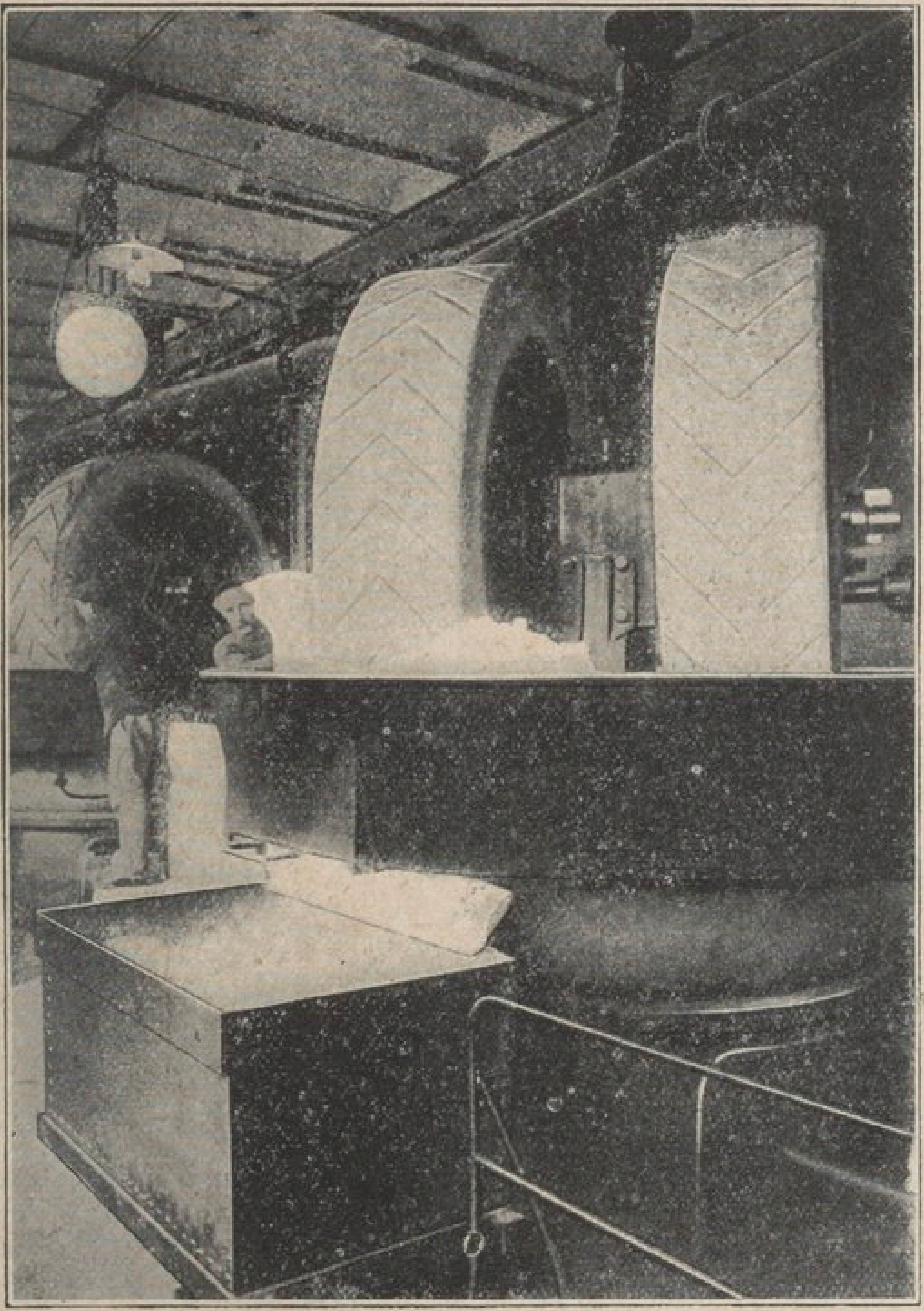


RÉSERVE DE BOIS DÉBITÉ EN BUCHES DANS UNE FABRIQUE DE PATE MÉCANIQUE

largeur. Trois bielles, commandées par un arbre à trois coudes, impriment aux tamis, que supportent des ressorts de bois, des déplacements alternatifs comportant 450 vibrations doubles de 30 millimètres d'amplitude par minute. Deux tuyaux percés de trous lancent sur les tamis, sous une inclinaison de 45°, des jets d'eau servant à délayer la pâte fine et à éliminer les déchets ainsi que la pâte grossière, qui tombent dans un récipient extérieur.

Ce diviseur à secousses occupe beaucoup de place et fait trop de bruit. On le remplace souvent par un assortisseur centrifuge à turbine qui dépense plus de force motrice mais qui est silencieux. Un appareil centrifuge de 1 mètre de diamètre produit de 2.000 à 3.000 kilos de pâte par vingt-quatre heures. La pâte grossière qui sort de l'assortisseur est *raffinée* au moyen de deux meules à axe vertical analogues à celles des moulins à blé. Dans un grand nombre d'usines américaines et canadiennes on emploie comme assortisseurs de simples épurateurs plats.

Les défauts de tous genres, et surtout les nœuds qui se trouvent dans le bois, constituent, à cause de leur dureté, un obstacle sérieux au bon fonctionnement des divers appareils qui servent à fabriquer la pâte de bois. Aussi, dans beaucoup d'usines, charge-t-on des ouvriers spéciaux d'éliminer les défauts en refendant les bûches et même en extirpant les nœuds au moyen de perceuses. Cette opération supplémentaire coûte cher, mais elle préserve la machinerie et augmente le rendement en pâte. Il existe d'ailleurs aujourd'hui des refendeuses mécaniques qui exécutent ce travail très économiquement.



RAFFINAGE A LA MEULE DE LA PATE MÉCANIQUE

Au sortir de la machine qui réduit les bûches en pâte, la pulpe contient beaucoup de morceaux trop gros que l'on écrase au moyen de meules verticales de grès très dur.

La pâte est vendue sèche, en balles spéciales pressées pour l'exportation. On se sert à cet effet de machines, dites *enrouleuses*, comportant un tambour recouvert d'une toile métallique et tournant constamment dans un bac plein de pâte délayée. La pâte est détachée par une large bande de tissu de laine ou *feutre* passant autour d'un rouleau qui porte sur le tambour. Par suite de la différence de niveau qui existe entre le liquide contenu dans le tambour et la pâte dans laquelle il plonge, la pâte se fixe sur ce dernier. Dans les enrouleuses américaines, le feutre amène la couche de pâte entre les cylindres d'un laminoir d'où elle sort pressée et égouttée pour s'enrouler autour du cylindre supérieur en couches superposées que la pression fait adhérer très fortement entre elles pour former une sorte de carton grossier.

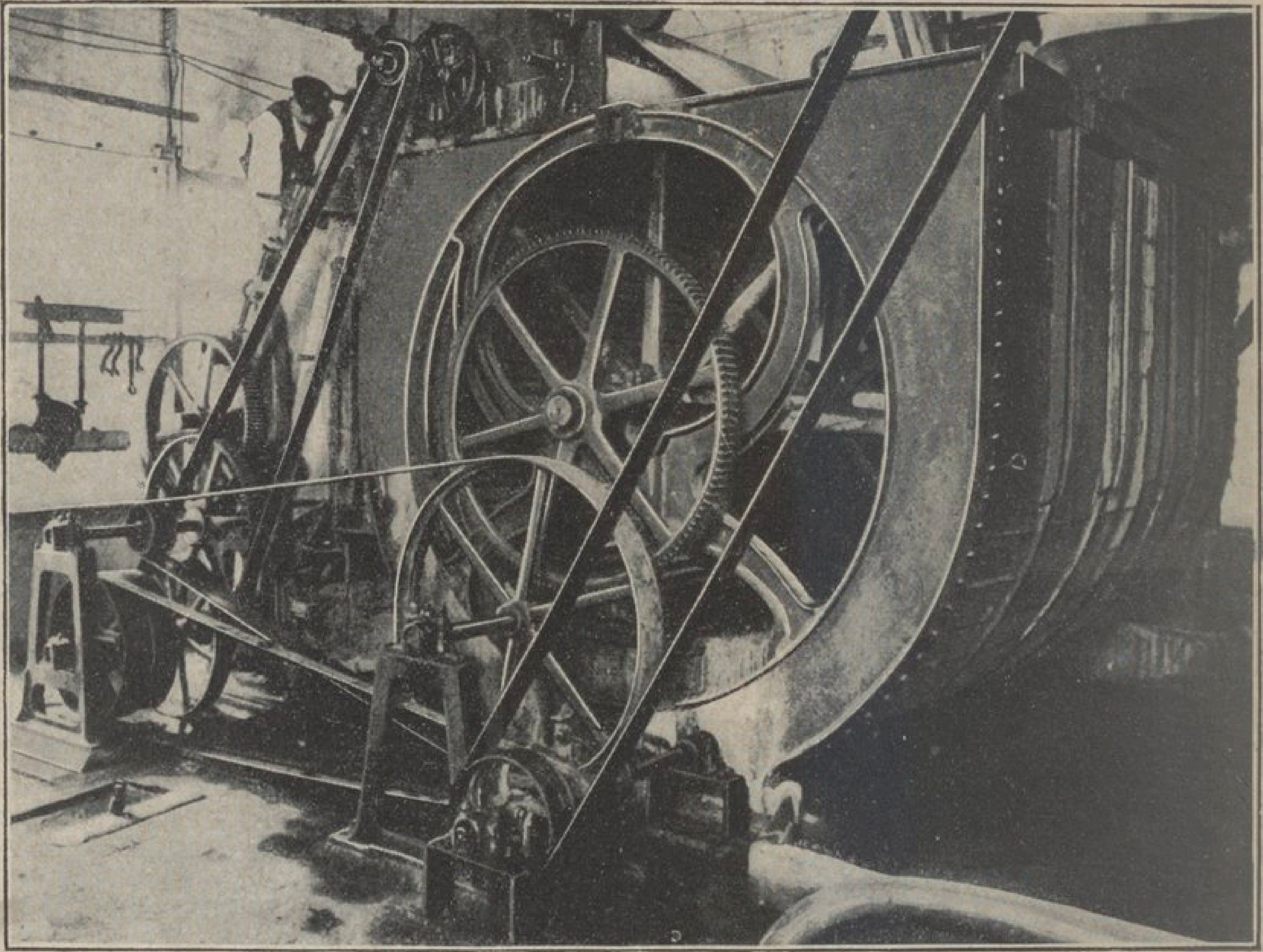
Quand ce carton est devenu assez épais, on le découpe parallèlement à l'axe du cylindre au moyen d'un grand couteau à levier. On obtient ainsi successivement des feuilles que l'on met en balles après les avoir égouttées et séchées entre des toiles, dans

un filtre-presse à commande hydraulique. En cuisant le bois à la vapeur avant l'opération du défibrage, on obtient une pâte brune dite demi-chimique, souple et à fibres longues qui sert surtout à fabriquer des cartons spéciaux très solides tels que le carton cuit et les gros papiers d'emballage.

En résumé, une usine moderne destinée à la fabrication de la pâte mécanique comporte une importante série de machines alignées dans un grand hall, de telle sorte que le bois, entré par une des extrémités de l'usine, en sorte par l'autre, sous forme de marchandise prête à être vendue.

Les troncs d'arbres passent d'abord sur la tronçonneuse à scies multiples. Les bûches ainsi obtenues sont écorcées dans des appareils spéciaux assemblés par paires, et refendues mécaniquement pour l'élimination des nœuds. Ainsi traité, le bois est prêt à passer dans les défibreurs à poussoirs hydrauliques, d'où sort une pâte grossière que l'on raffine sous des meules, dans des épurateurs à secousses ou dans des turbines. Le produit marchand est mis en feuilles au moyen du presse-pâte ou enrouleuse ; il est ensuite séché au filtre, pressé et mis en balles par une presse hydraulique.

La force motrice est fournie par une machine à vapeur ou empruntée à un réseau de distribution de courant électrique. De nombreuses pompes débitent l'eau sous pression nécessaire au fonctionnement des poussoirs, des défibreurs, au relevage de la pâte, au service des presses hydrauliques, etc.



TAMBOURS SERVANT A L'EXTRACTION DES EAUX RÉSIDUAIRES

La pâte mécanique est très difficile à sécher, car elle contient jusqu'à 50 0/0 de son poids d'eau. On diminue cette teneur en faisant passer la pâte dans des « trommels » cylindriques dont l'enveloppe extérieure est formée de lames métalliques espacées qui laissent échapper l'eau en retenant la pulpe.

La qualité de l'eau employée dans une fabrique de pâte est très importante. En effet, moins l'eau est chargée de matières organiques, plus la conservation du bois à l'état humide sera facile. Cette conservation doit se faire dans des entrepôts bien aérés.

Le blanchiment de la pâte mécanique est difficile à obtenir et on tend de plus en plus à la remplacer par la pâte chimique, obtenue soit à la soude, soit aux sulfites ou bi-sulfites.

Antonin Beauvisage.

LE TIR A LA CIBLE EST MIEUX QU'UN SPORT : C'EST UNE SCIENCE

Par le capitaine Germain FLORIVET

ANCIEN OFFICIER INSTRUCTEUR DE TIR DANS UN RÉGIMENT D'INFANTERIE

Faire du soldat un bon tireur est le but principal de toute l'instruction militaire. La présence simultanée sous les drapeaux d'un nombre considérable d'individus de tous âges, appartenant aux différentes classes de la société et à de multiples professions, a rendu encore plus nécessaires que jamais les exercices de tir exécutés au stand. Le tir à la cible, qu'on a coutume de ranger au nombre des sports, est beaucoup mieux que cela : c'est une véritable science.

La disposition des buts, leur orientation, leur éclairage, sont des conditions importantes de réussite quand on cherche à transformer rapidement en bons tireurs des hommes qui, jusque-là, n'avaient peut-être jamais tenu un fusil entre leurs mains.

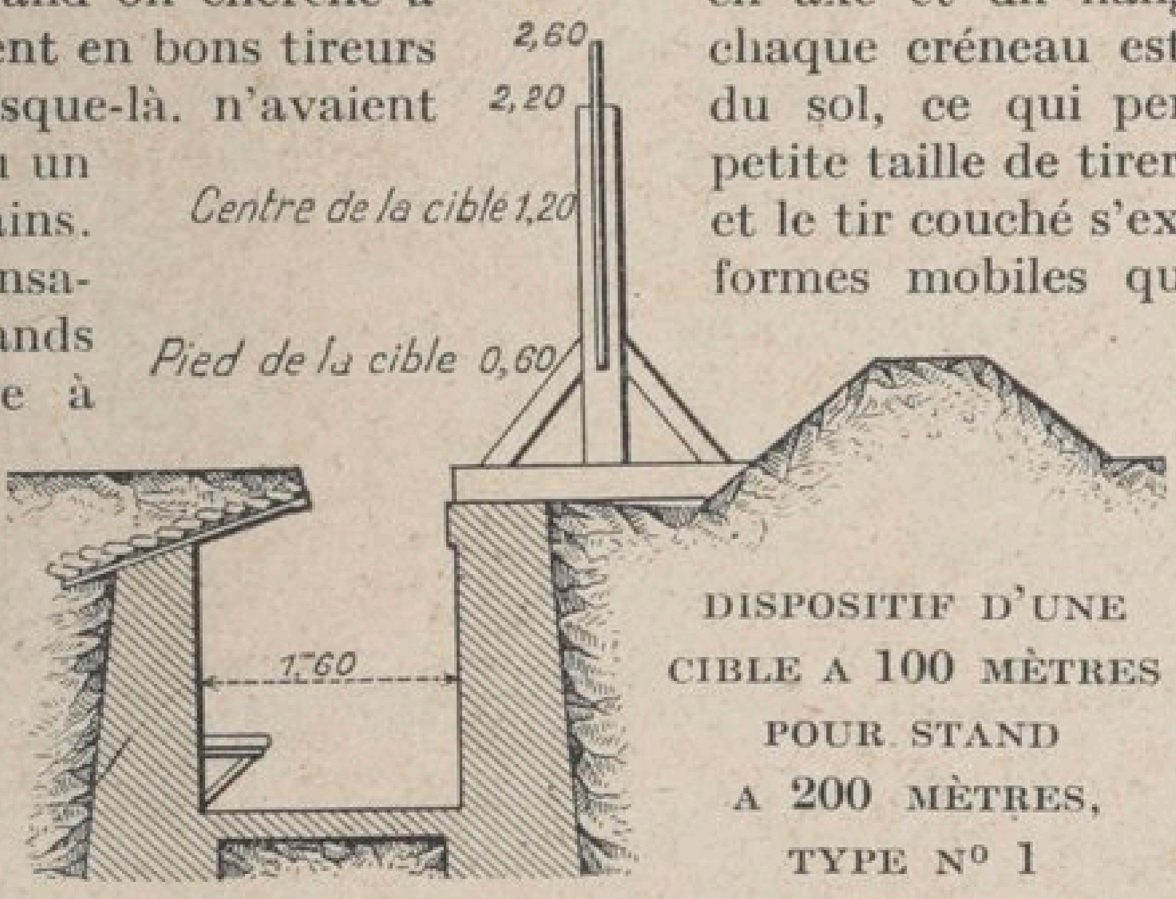
Il est donc indispensable de disposer de stands organisés de manière à faciliter dans les débuts le travail de l'homme en lui présentant le but dans les meilleures conditions voulues pour lui permettre de l'atteindre sûrement et sans nulle fatigue.

On commence par faire suivre aux élèves des tirs d'instruction et des tirs réduits au fusil de guerre, qui les habituent à l'usage de l'arme et à la technique du tir.

Les stands d'instruction sont destinés à fournir aux tireurs le moyen de s'exercer, dans des conditions les plus favorables, à l'entraînement méthodique, sur des terrains situés dans le voisinage des habitations.

Les stands destinés au tir du fusil Lebel modèle 1886 sont construits le plus souvent pour la portée maximum de 200 mètres.

Le stand n° 1 est complètement clos par des murs et couvert sur toute sa longueur. Il assure la sécurité certaine des riverains. La toiture et les murs latéraux présentent seulement quelques ouvertures nécessaires pour éclairer l'intérieur du stand. Ces ouvertures sont disposées de manière à ne pas donner la moindre issue aux balles.



DISPOSITIF D'UNE CIBLE A 100 MÈTRES POUR STAND A 200 MÈTRES, TYPE N° 1

Devant la cible se trouve la fosse servant d'abri aux marqueurs que protège un avant-bec recouvert de terre. Derrière le panneau de cible est une banquette de terre destinée à arrêter les ricochets.

Les éléments essentiels du stand comprennent : la station de tir ; les dispositifs destinés à arrêter les balles de plein fouet trop déviées ou les ricochets ; le mur-butte et l'abri des marqueurs ; les dispositifs spéciaux pour le tir à 33 m. 50 et à 100 mètres.

La station de tir comprend un mur percé de quatre créneaux espacés de 2 m. 50 d'axe en axe et un hangar abri. L'appui de chaque créneau est à 1 m. 25 au-dessus du sol, ce qui permet aux hommes de petite taille de tirer debout. Le tir à genou et le tir couché s'exécutent sur des plates-formes mobiles qu'on fait reposer sur deux solides supports métalliques.

En avant de la station de tir, une gaine en maçonnerie, appelée marquise, limite les écarts à l'origine du tir dans les deux sens : vertical et horizontal. Plus en avant, deux paraballes, en maçonnerie, se conjuguent entre eux et avec la marquise pour arrêter les coups de plein fouet trop déviés latéralement ou tirés trop haut.

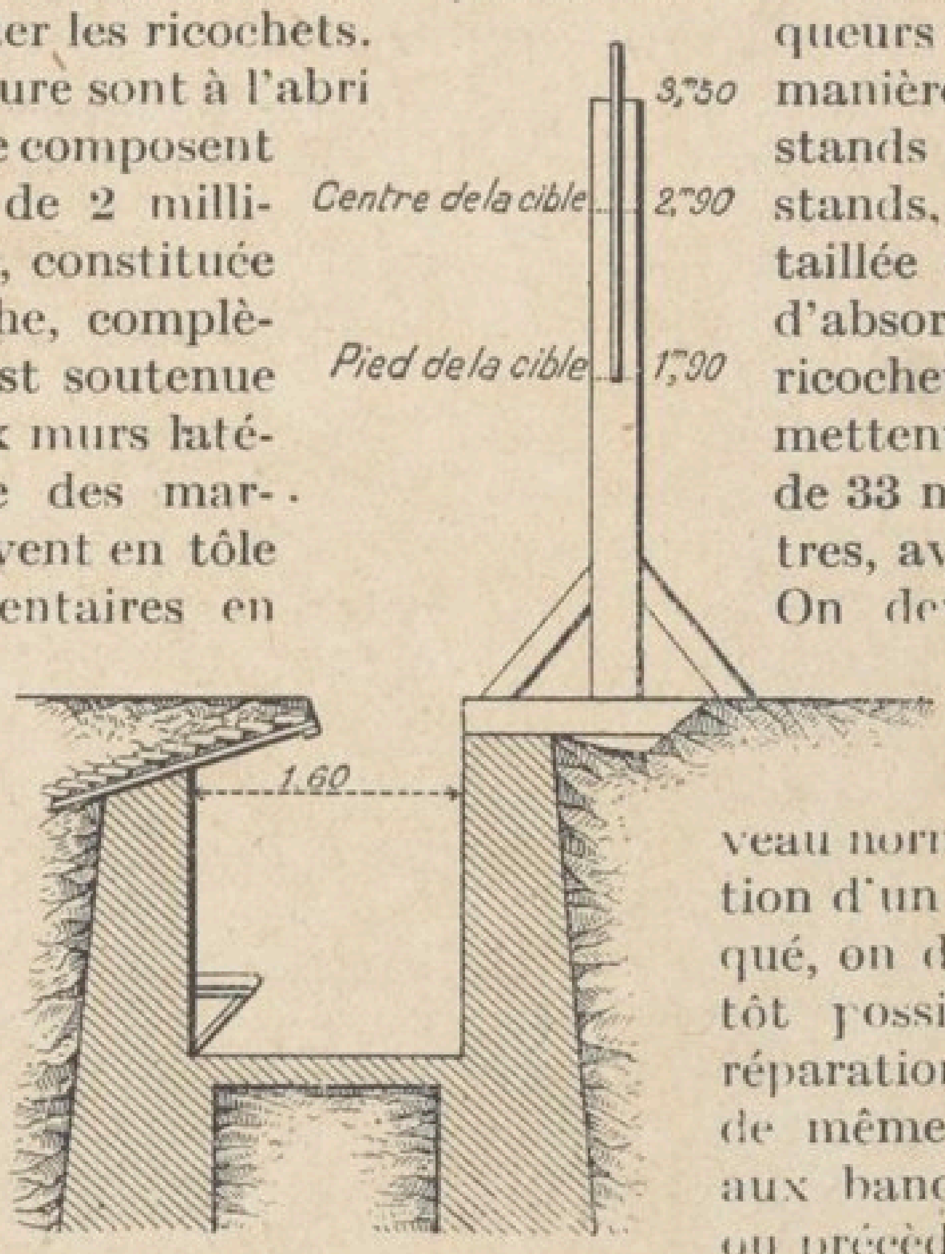
Les ouvertures des paraballes sont préservées des dégradations par des plaques d'acier qui renvoient sur le sol les balles qui les auraient atteintes. Au delà du deuxième paraballes, trois écrans en maçonnerie sont disposés normalement aux murs de clôture, de manière à éviter que ces murs soient atteints par des coups directs qui donneraient sur la maçonnerie des ricochets trop irréguliers.

Des banquettes en terre, de forme appropriée, appelées seuils, sont destinées, les unes

à arrêter une partie des coups de plein fouet tirés trop bas, les autres, moins élevées, à absorber une grande partie des ricochets.

Le terrain est délardé en crémaillères, dans le but également d'arrêter les ricochets.

Tous les éléments de la toiture sont à l'abri des coups de plein fouet; ils se composent de plaques de tôle ondulée de 2 millimètres d'épaisseur. La butte, constituée par un massif de terre franche, complètement purgée de cailloux, est soutenue par un mur-butte et par deux murs latéraux. L'abri en maçonnerie des marqueurs est surmonté d'un auvent en tôle ondulée. Les cibles réglementaires en bois sont placées sur une semelle de bois fixe et maintenues par des tasseaux, des cordes et des piquets.



DISPOSITIF DES CIBLES A 100 MÈTRES DANS UN STAND A 200 MÈTRES TYPE N° 2

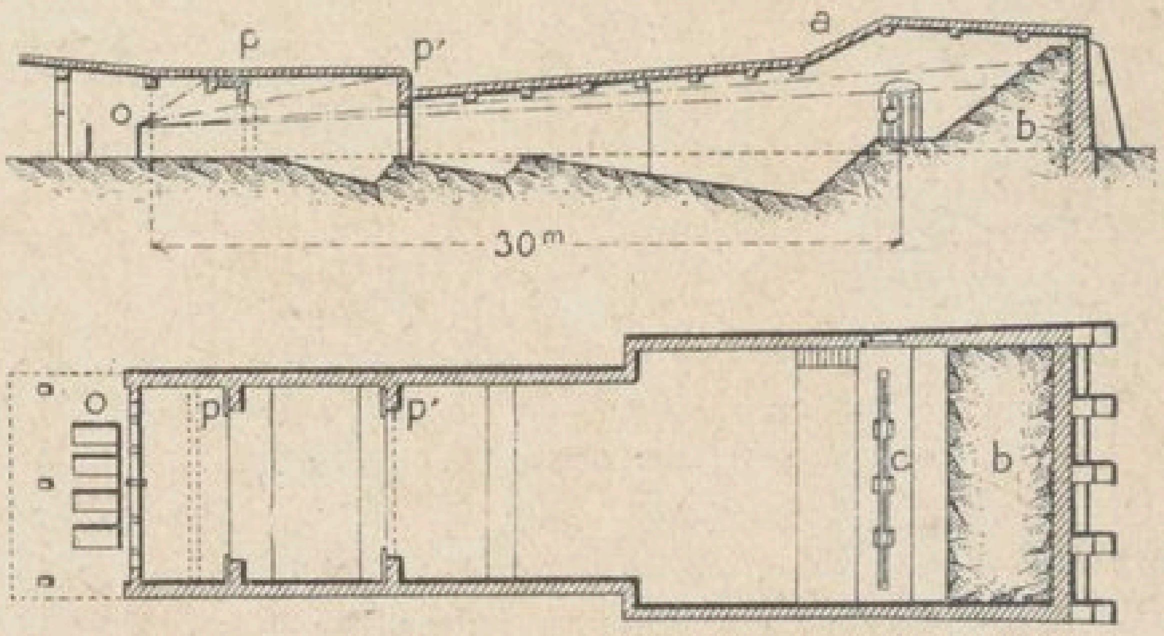
Le stand type n° 2 est organisé de manière à assurer une sécurité suffisante lorsqu'il ne se trouve pas d'habitations ou de chemins très fréquentés, soit à gauche et à droite du stand, soit dans son voisinage immédiat. La zone de sécurité comprend un secteur en forme de trapèze dont une base serait l'abri des tireurs et l'autre une ligne perpendiculaire à l'axe du stand, située à environ 1.000 mètres au delà de la butte et s'étendant à environ 300 mètres de part et d'autre de l'axe du stand.

Le tir s'exécute par quatre créneaux qui sont espacés de 2 m. 30 d'axe en axe.

Le premier paraballes est percé de quatre fenêtres dont l'encadrement est revêtu de plaques métalliques analogues à celles du stand n° 1. L'intervalle compris entre la marquise et le premier paraballes est fermé par des murs latéraux. En arrière du premier paraballes, deux murs latéraux et une toiture ferment toute issue aux ricochets qui se produisent sur les arêtes métalliques du premier paraballes. Les deuxième et troisième paraballes sont reliés à des murs en aile, destinés à arrêter les ricochets. Il existe deux écrans en maçonnerie formés chacun de deux murs isolés tracés dans les mêmes conditions que les murs en aile des paraballes. Le mur-butte et l'abri des marqueurs sont organisés d'une manière analogue à ceux des stands n° 1. Comme dans ces stands, une partie du sol est taillée en crémaillères, en vue d'absorber le mieux possible les ricochets. Des dispositifs permettent le tir à distance réduite de 33 mètres et le tir à 100 mètres, avec abri des marqueurs. On devra s'assurer fréquemment que l'arête du parados est toujours maintenue à son niveau normal ; en cas de constatation d'un abaissement assez marqué, on devra y remédier le plus tôt possible en effectuant des réparations nécessaires au talus de même qu'aux crémaillères et aux banquettes qui constituent ou précèdent les différents seuils.

Pendant la période des gelées, lorsqu'il sera absolument impossible de tenir le sol meuble, on devra s'abstenir complètement de faire tirer dans le stand.

Le tir à distance réduite ne peut avoir lieu dans les champs de tir qu'en observant certaines prescriptions du régime de ces champs de tir : évacuation de la zone dangereuse, interdiction absolue de tirer à certaines heures ou à des jours déterminés, etc.



STAND TYPE N° 1 POUR TIR A DISTANCE RÉDUITE

Les créneaux d'appui pour les tireurs sont placés en o *et les cibles en* c. *Deux paraballes* p *et* p' *arrêtent les écarts, et les balles qui ont atteint les cibles vont se loger dans le mur-butte* b. *Une baie vitrée a sert pour l'éclairage des cibles.*

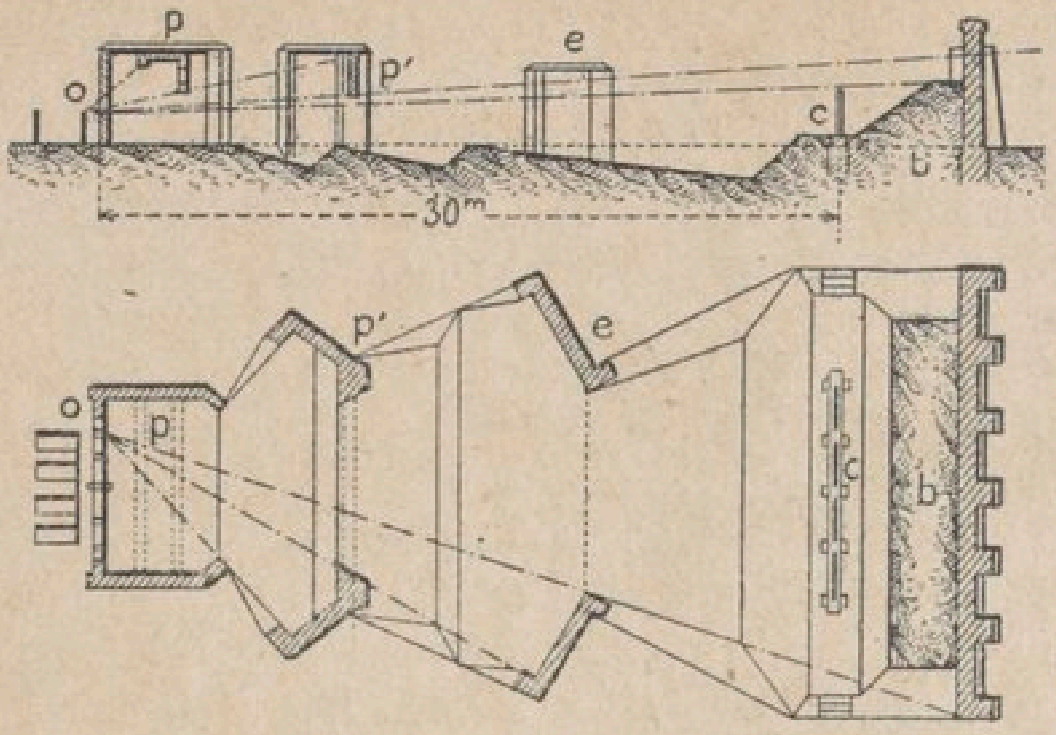
Le dispositif destiné à arrêter les balles ne permet généralement pas, en effet, de préserver les abords des champs de tir, non seulement des coups de plein fouet, mais aussi des ricochets de premier ordre qui se produisent sur le parados des marqueurs et qui sont dangereux jusqu'à leur portée extrême.

Les cibles pourront être placées très avantageusement soit à leur emplacement habituel, soit en avant et près du parados des marqueurs.

Tous les tirs à distance réduite peuvent

être effectués dans les stands. Les tireurs placés dans la station tirent par les créneaux. Les installations permettent d'exécuter les tirs debout et à genou. Le tir couché s'exécute sur des planchers mobiles reposant sur des supports fixes en fer.

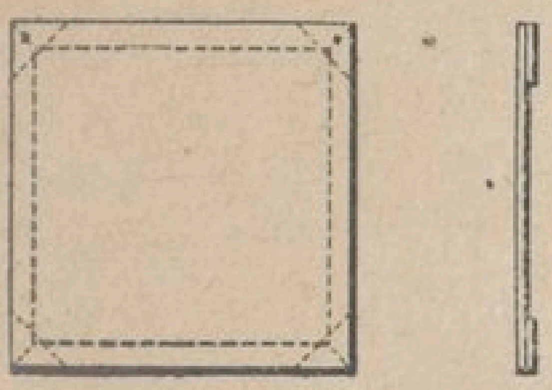
Les panneaux, reposant sur une semelle de bois tendre, sont maintenus solidement par des tasseaux, des cordes et des piquets.



STAND TYPE N° 2
POUR TIR A DISTANCE RÉDUITE

Les tireurs sont placés devant les créneaux de tir o *et visent les cibles* c. *Les balles sont arrêtées par le premier paraballes et par le second paraballes avec murs en ailes, ainsi que par l'écran et, finalement, par le mur-butte.*

En raison de la courte distance du tir et des dimensions des fenêtres des paraballes, les tireurs ne voient pas la totalité des panneaux. Le centre de la cible-objectif se trouve au milieu de la largeur du panneau correspondant, mais non au milieu de sa hauteur. Il est très important, pour éviter des dégradations aux plaques d'acier des paraballes, que ce centre soit placé exactement au niveau des repères installés à cet effet.

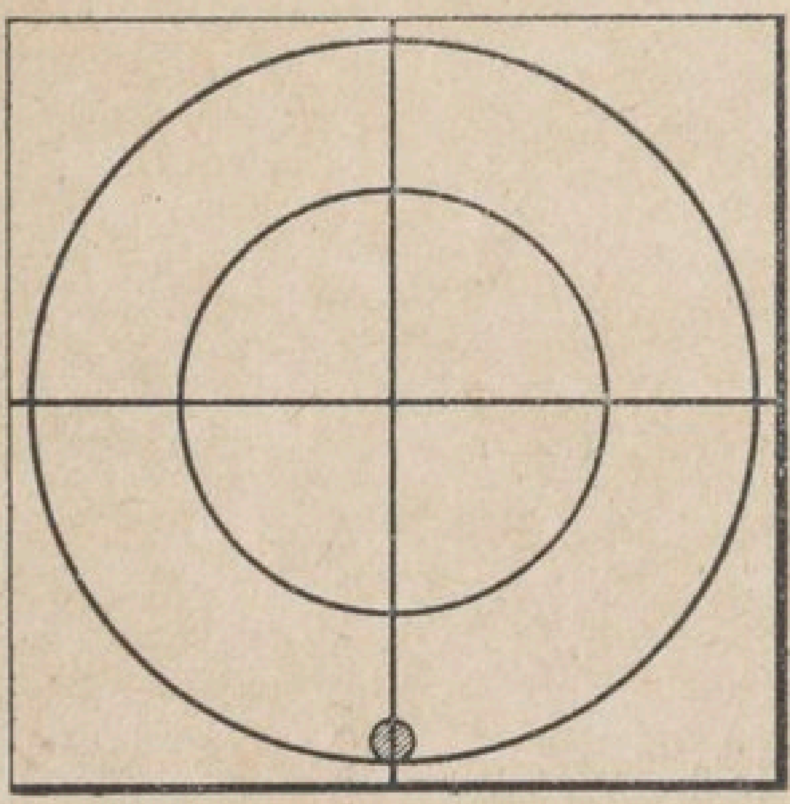


CIBLE CARRÉE POUR TIR D'INSTRUCTION

Elle mesure 2 m. sur 2 m.; cadre en bois de peuplier.

Le moyen le plus simple d'assurer la sécurité des marqueurs consiste à les faire séjourner dans la station; ils ne doivent la quitter que sur l'ordre de l'instructeur dirigeant le tir et on ne laisse commencer un nouveau tir que lorsqu'ils sont tous de retour. Toutefois, pour éviter des pertes de temps, on peut, soit employer des signaux permettant aux marqueurs de se tenir à proximité des cibles, derrière les murs latéraux, soit faire usage de sonneries électriques avec ou sans tableau avertisseur, ou bien encore du téléphone Aubry, etc.

Dans le stand type n° 1 de 1892, le tir s'exécute à 33 m. 50. On accède aux cibles par une baie qui sert à fermer une porte en chêne doublée en tôle.



CIBLE OBJECTIF

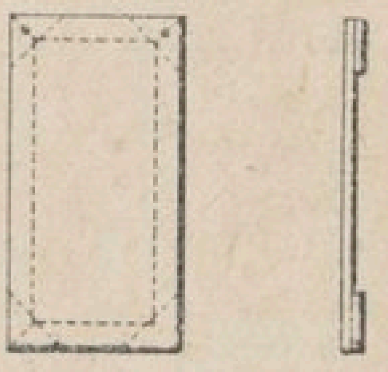
Cette cible comporte deux zones tracées en noir sur une feuille de papier blanc et formées de deux cercles concentriques. Le cercle extérieur a de 10 à 25 centimètres de rayon.

Dans le stand type n° 2, de 1892, le tir s'exécute à 33 mètres. On accède aux cibles par une barrière peu large ménagée dans la clôture du stand.

Dans les stands modèle 1882 transformés, le tir s'exécute à la distance de 37 m. 50.

On y emploie des cibles-objectifs ; les rayons des cercles extérieur et intérieur constituant la cible sont respectivement de 12 et de 6 centimètres. Les stands spéciaux pour les tirs de 30 mètres sont généralement de deux types.

Le tir n° 1, qui assure aussi complètement que possible la sécurité des abords du stand, est complètement clos par des murs et fermé par une couverture sur la plus grande partie de sa longueur. Il sert normalement à quatre tireurs. Cependant, dans les tirs préparatoires aux tirs de groupe, on peut, sans inconvénient, faire tirer huit hommes en même temps ; mais c'est là une exception.



CIBLE DE FORME RECTANGULAIRE

Un mètre de large sur 2 m. de haut.

La station de tir est constituée par un hangar, ouvert généralement sur trois faces.

Du côté des cibles, le hangar est fermé par une cloison percée d'une baie, que des montants partagent en six créneaux égaux.

Les quatre créneaux du centre, les plus larges, servent au tir ; les deux créneaux extrêmes, fermés par des grillages, sont utilisés par les gradés pour l'observation des cibles. Pour le tir debout, les tireurs se placent en arrière d'un garde-corps. Le tir à genou et le tir couché s'exécutent sur des plates-formes mobiles qu'on fait reposer sur ce garde-corps et sur un

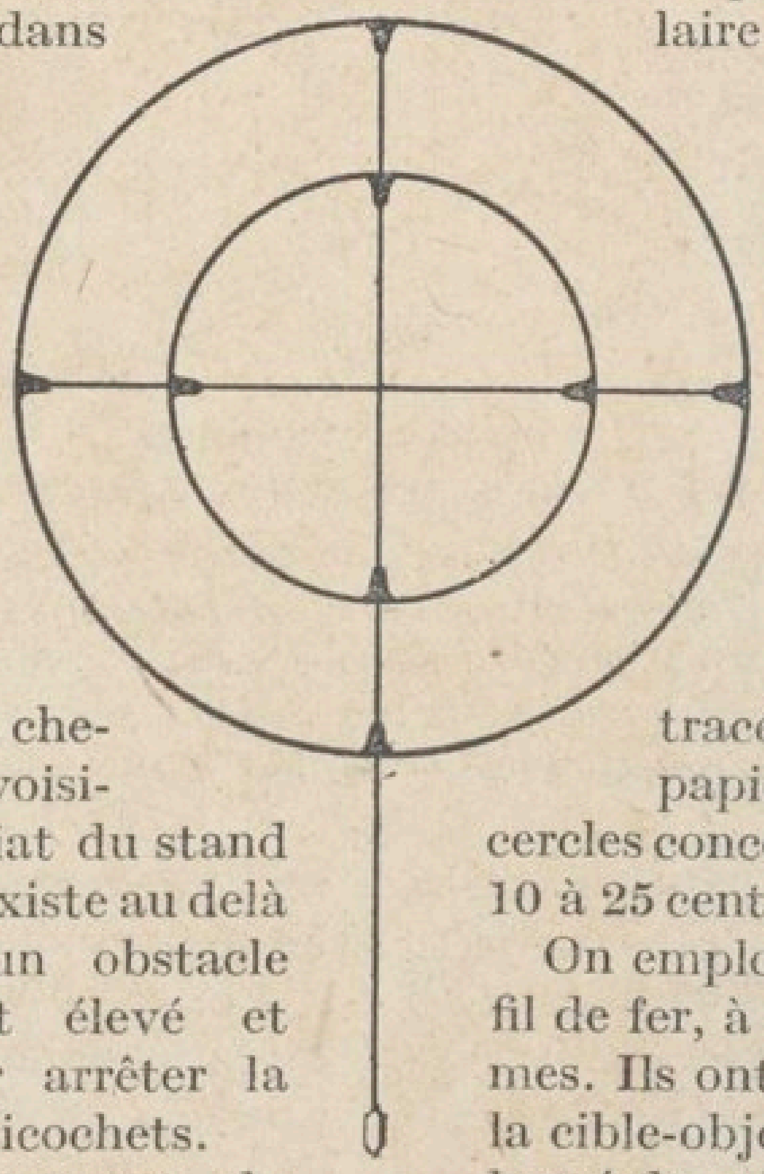
autre support métallique placé en arrière.

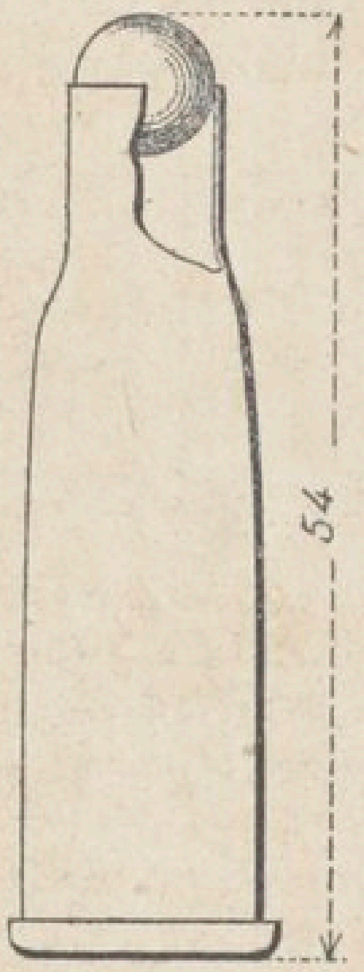
Indépendamment des murs de clôture et de la couverture, deux paraballes et un mur-butte assurent l'arrêt des balles de plein fouet et des ricochets.

On accède aux cibles par une porte située à leur hauteur dans l'un des murs latéraux ; cette porte s'ouvre de dehors en dedans du stand ; sa face intérieure est recouverte d'une peinture voyante, afin d'appeler immédiatement l'attention des tireurs si elle venait à s'ouvrir inopinément.

Le stand n° 2 offre une sécurité relative suffisante. Il est adopté lorsqu'il ne se trouve pas d'habitations ou de chemins très fréquentés dans le voisinage immédiat du stand ou lorsqu'il existe au delà des cibles un obstacle suffisamment élevé et étendu pour arrêter la plupart des ricochets.

CERCLE GABARIT EN FIL DE FER





CARTOUCHE DE TIR RÉDUIT

La balle est sphérique et à noyau de plomb. L'étui contient 29 centigrammes de poudre J_3.

Indépendamment du mur-butte, le dispositif de sécurité comprend : deux paraballes pour arrêter les coups trop relevés, ainsi que des murs latéraux, des murs en aile et des écrans en épaisse maçonnerie destinés à arrêter les coups trop déviés latéralement.

La butte est constituée, dans la partie la plus exposée aux coups, par un massif de terre et, dans la partie supérieure, par un massif de bois tendre. Ce massif et ce revêtement sont adossés, soit à un mur, soit à un obstacle naturel quelconque.

Le dispositif de ces stands pouvant permettre à un certain nombre de ricochets trop déviés de s'échapper rend indispensable une surveillance très attentive des tireurs.

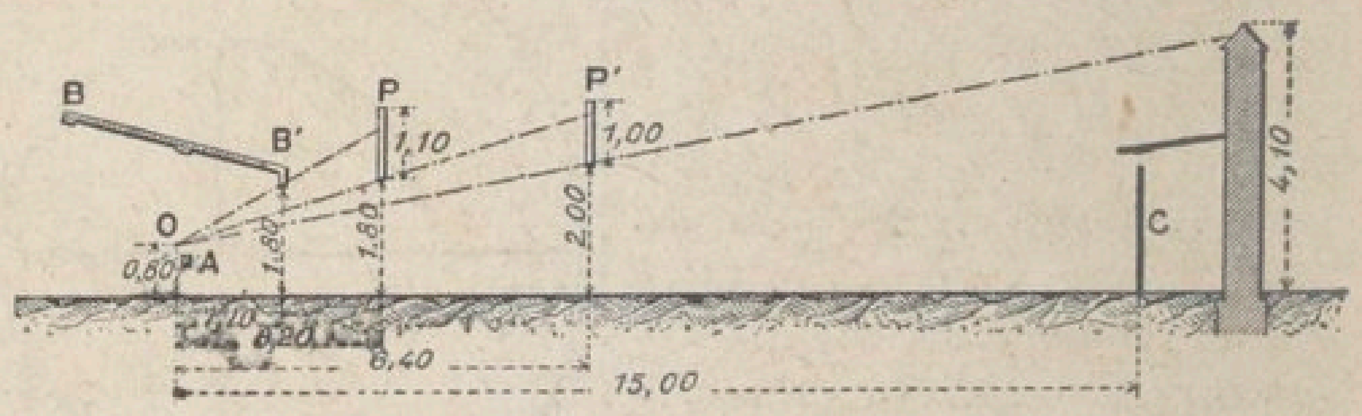
La cible carrée, de 2 mètres de côté, est employée dans les tirs individuels d'instruction et d'application. Elle peut également être utilisée pour les tirs collectifs. Elle est constituée par un panneau formé d'un cadre en bois de peuplier, dont l'intérieur est garni d'une toile d'emballage tendue à laquelle on donne de la rigidité au moyen de vieux papiers collés sur ses deux faces ; la face antérieure est ensuite recouverte avec de grandes feuilles de papier blanc. La cible rectangulaire de 2 mètres de hauteur sur 1 mètre de largeur est employée dans les tirs individuels d'application, dans les tirs collectifs, et également dans le tir au revolver.

Le matériel nécessaire pour l'exécution des tirs à distance réduite comprend des panneaux réglementaires de 2 mètres sur 2 mètres et des cibles-objectifs à deux zones tracées en noir sur une feuille de papier blanc, au moyen de deux cercles concentriques dont le rayon varie de 10 à 25 centimètres pour le cercle extérieur.

On emploie aussi des cercles gabarits en fil de fer, à raison de huit pour 250 hommes. Ils ont la forme et les dimensions de la cible-objectif et l'un des diamètres, prolongé de sa longueur, est terminé en boucle. Ce prolongement, qui sert de manche, reçoit une inclinaison de 20° environ par rapport au plan de la cible. Ces différentes parties sont reliées entre elles au moyen de soudures. Les points à viser sont constitués par des rondelles de papier noir ayant respectivement 3, 5, 6 et 10 centimètres de diamètre pour les distances de 30, 50, 60 et 100 mètres.

On peut établir facilement dans les cours, à proximité des casernes et des écoles, dans les fossés des fortifications ou sur leurs terre-pleins, etc., les installations nécessaires, et en général peu coûteuses, pour l'exécution du tir réduit avec le fusil modèle 1886.

Les stands doivent être aménagés de façon à permettre la réutilisation, dans la plus large mesure possible, des balles tirées.



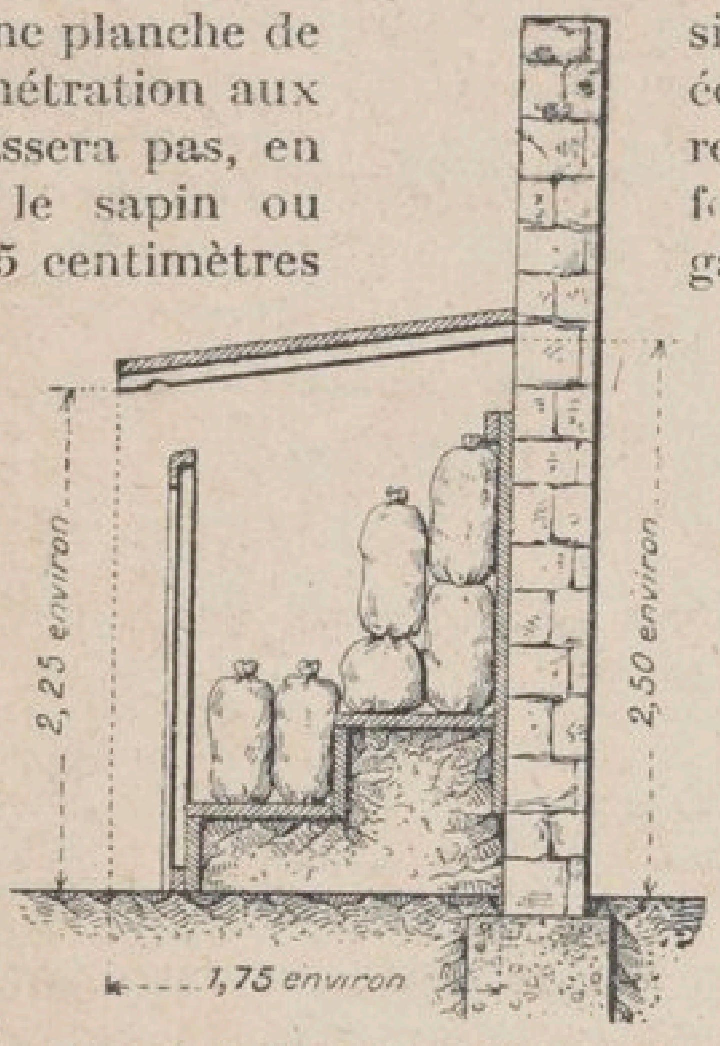
MODÈLE DE DISPOSITIF D'UN STAND DE TIR RÉDUIT ET ABRITÉ PAR UNE COUVERTURE BB'

Le tireur, placé devant la barre A, a son œil en O quand il tire à genou. La cible C est installée devant le mur; les balles perdues sont arrêtées par les paraballes PP' et par un massif de terre meuble placé sous un auvent fixé au mur.

La balle de tir réduit, tirée dans le fusil modèle 1886, a une vitesse de 225 mètres, à 15 mètres à la bouche. A cette même distance, la balle peut traverser une planche de sapin de 3 centimètres. La pénétration aux plus faibles distances ne dépassera pas, en général, 6 centimètres dans le sapin ou 3 centimètres dans le chêne, 25 centimètres dans la terre fraîchement remuée, 40 centimètres dans la terre rassise. La portée extrême du projectile est comprise entre 375 et 450 mètres.

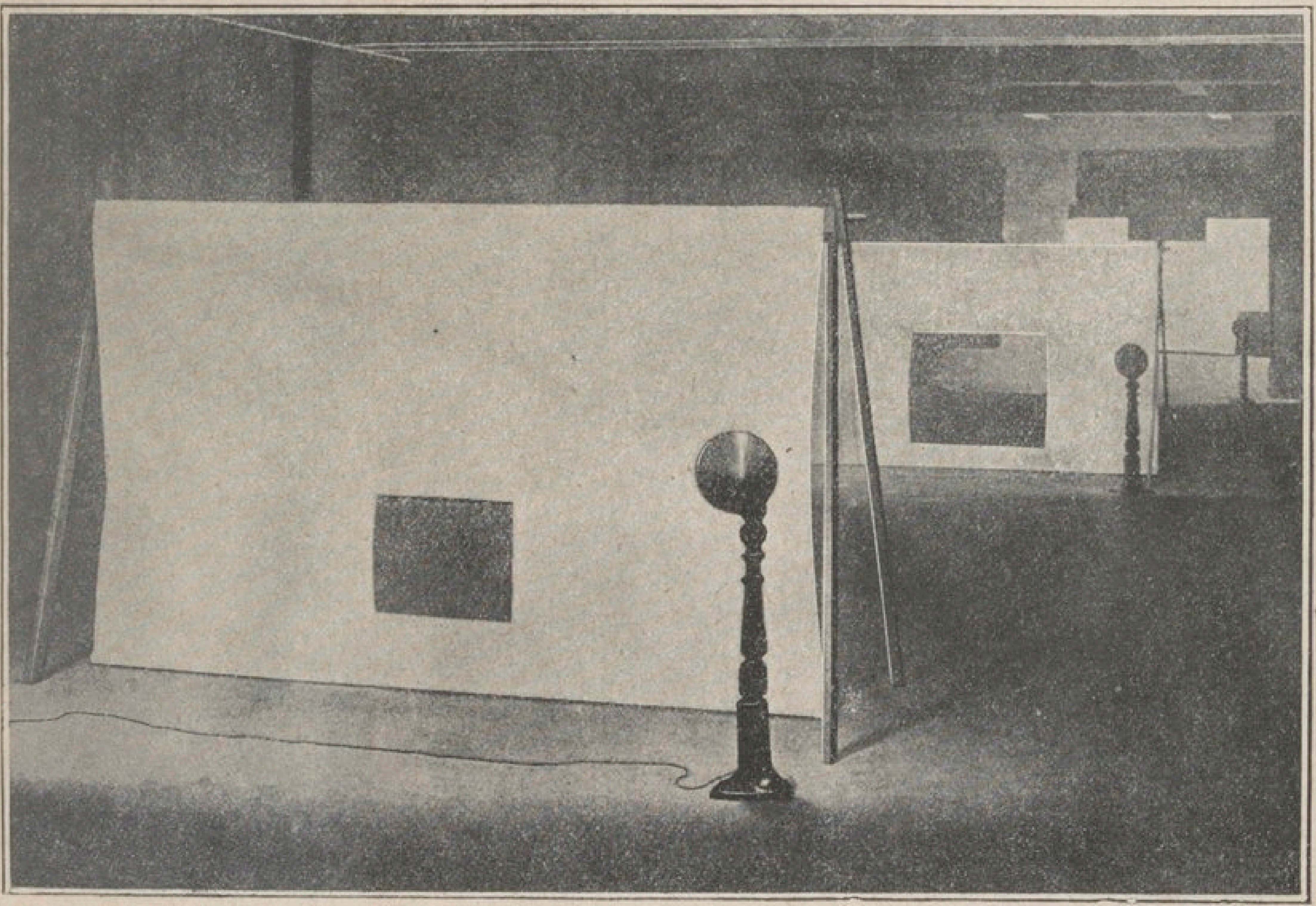
Les deux balles sont à peu près impuissantes contre les maçonneries en briques ou en moellons, mais elles sont susceptibles de ricocher contre ces matériaux sans s'être déformées et en conservant, par suite, une certaine portée.

Lorsque l'emplacement du stand est limité latéralement par un mur en maçonnerie situé à moins de 2 ou 3 mètres de distance de la ligne de tir voisine, il est à craindre que ce mur soit fréquemment atteint par des balles et ne donne lieu à des ricochets dangereux pour le voisinage. On doit le protéger contre ces atteintes, soit par un revêtement continu, soit, plus simplement, par deux ou trois écrans perpendiculaires à sa direction. Ces écrans peuvent être formés de planches épaisses, de gabions, de fascines, etc.



MUR AVEC MASSIF EN SACS DE SCIURE POUR STAND DE TIR RÉDUIT

Le masque du fond, constitué en général par un mur devant lequel est installé le massif meuble des cibles, doit avoir au moins 4 à 5 mètres de hauteur. Lorsque cette condition n'est pas réalisée, ou lorsque le degré de fréquentation du terrain en arrière impose une protection encore plus complète, on a recours à des paraballes en planches à joints recroisés, ou en fascines disposées horizontalement au-dessus des lignes de tir et supportées par deux ou plusieurs poteaux en bois. Le massif meuble doit être protégé contre la pluie par un auvent. Le hangar qu'on dispose à l'origine du tir pour abriter les tireurs doit être



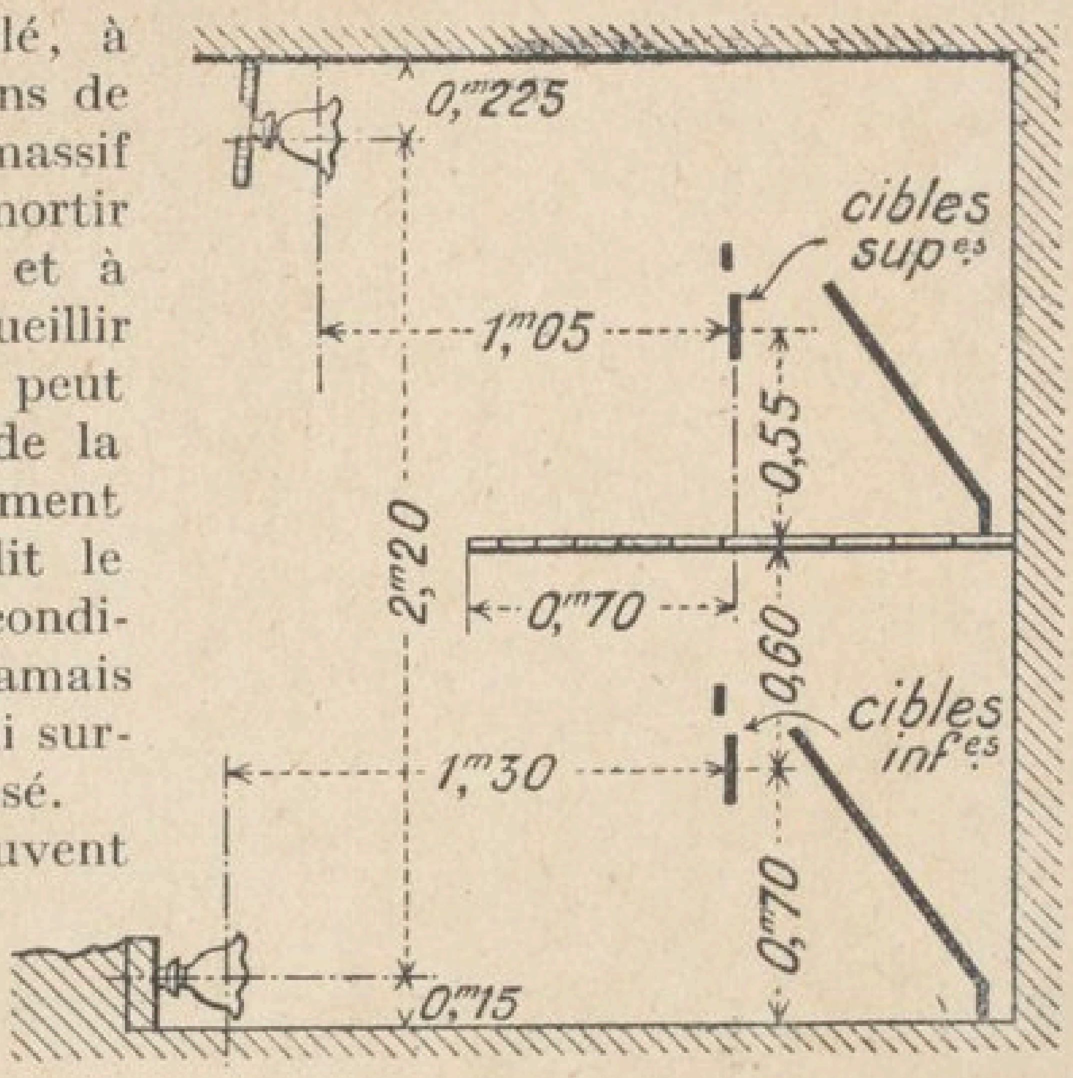
DISPOSITION GÉNÉRALE D'UN STAND D'INSTRUCTION ANGLAIS

Le tireur aperçoit la cible, placée au fond, à travers des fenêtres pratiquées dans une série d'écrans blancs éclairés par des lampes électriques à pied munies de réflecteurs.

suffisamment ventilé, à cause des émanations de la poudre J_3. Le massif meuble destiné à amortir le choc des balles et à permettre de les recueillir sans déformations, peut être constitué par de la sciure de bois légèrement humide, qui remplit le mieux toutes les conditions. On ne doit jamais employer de sable ni surtout de grès pulvérisé.

Ces matières peuvent être contenues soit dans des sacs de toile, soit dans des caisses, ou être maintenues par un solide coffrage général.

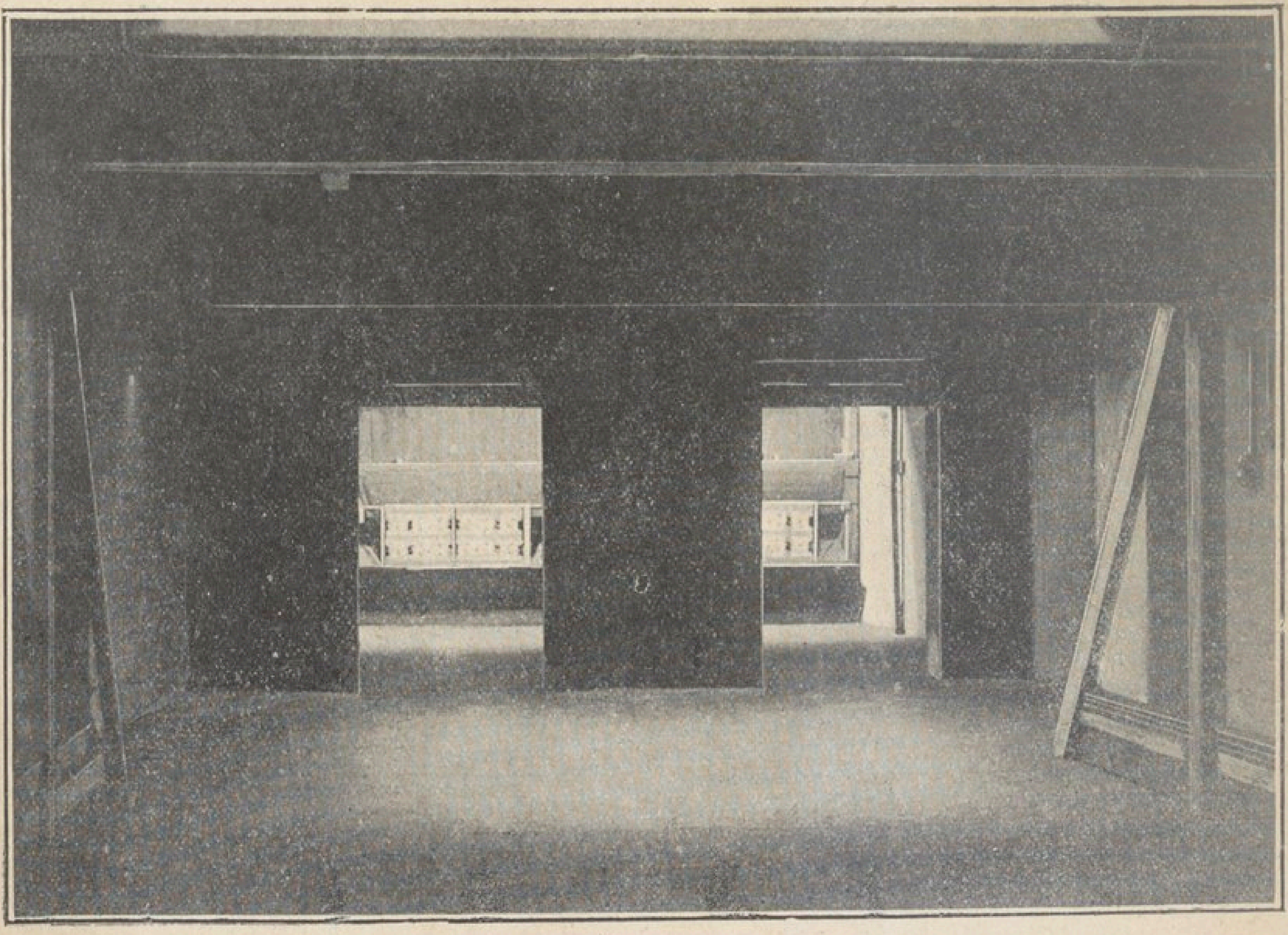
Les sacs en toile d'emballage doivent avoir, une fois garnis et fermés, environ 33 centimètres de diamètre et 60 centimètres de hauteur. Dans ces conditions, chaque sac pèse de 14 à 15 kilogrammes.



CIBLES D'UN STAND D'INSTRUCTION ANGLAIS

Dans ce stand du National Reserve Rifle Club *les deux étages de cibles, avec paraballes supérieurs et postérieurs, sont éclairés par des lampes électriques munies de réflecteurs en acier émaillé, avec surfaces réfléchissantes en aluminium.*

Un seul sac suffit pour arrêter les balles qui l'atteignent dans le voisinage de sa plus grande épaisseur. Le massif des sacs est disposé sur un soubassement comportant deux gradins égaux, respectivement de 40 centimètres et 80 centimètres de hauteur, appuyés contre l'obstacle qui limite le stand du côté des cibles. On doit revêtir au moyen de planches de sapin jointives le mur ou le coffrage qui forme le fond du stand, ainsi que les deux gradins, sur toute la surface susceptible d'être atteinte par les balles. Sur les deux gradins ainsi revêtus, on place deux épaisseurs de sacs de sciure de bois. Sur le gradin inférieur, on constitue deux rangées de sacs debout à joints alternés. Sur le gradin supérieur, la rangée de derrière est formée de deux hauteurs de sacs placés



VUE INTÉRIEURE DU STAND PERFECTIONNÉ DE L'OFFICE DES BREVETS ANGLAIS

debout les uns au-dessus des autres ; la rangée de devant est constituée avec des sacs couchés, surmontés de sacs placés debout.

On dispose les sacs à joints contrariés dans tous les sens, de façon que, sauf tout à fait à la partie supérieure, une balle ne puisse arriver au placage sans avoir rencontré au moins l'un des sacs du massif. Les rangées sont composées de telle sorte que la grosse épaisseur d'un sac se trouve à peu près exactement derrière le centre du visuel.

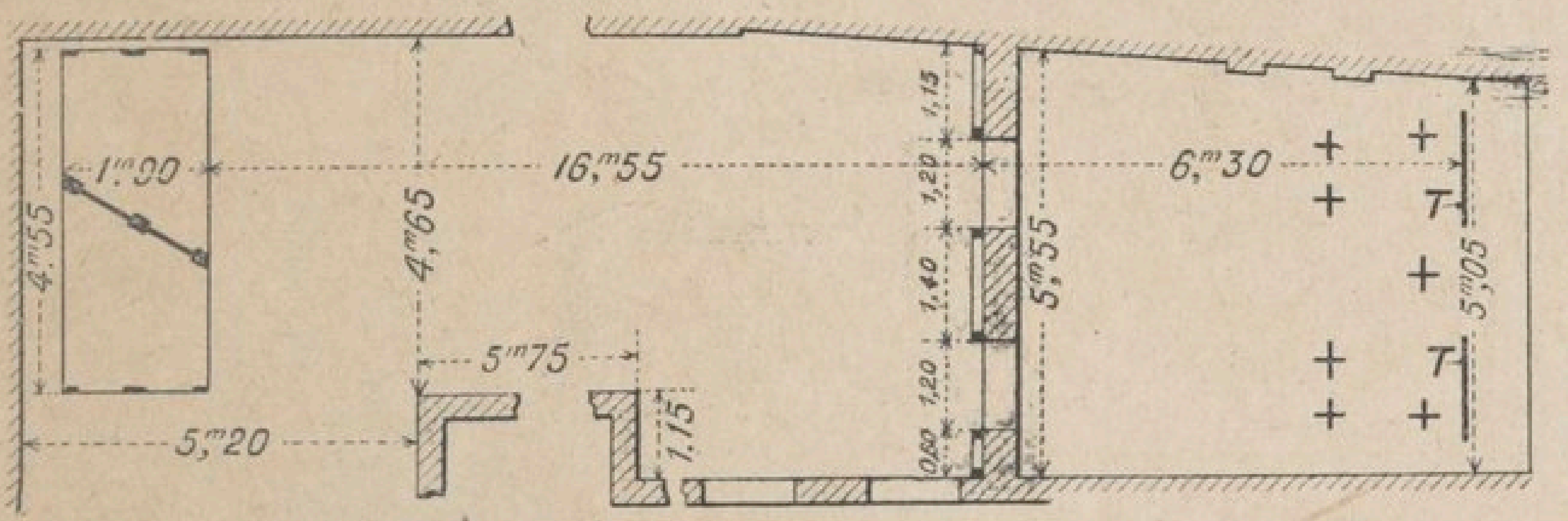
L'installation d'un panneau de 2 mètres exige de 40 à 50 sacs. Devant le massif de sciure, on place soit un panneau en toile de 2 mètres de haut, soit tout autre dispositif analogue approprié à la nature du stand.

La caisse-cible est de forme oblongue ; un des petits côtés est remplacé par un panneau mobile en toile et papier formant cible. La plaque d'arrière s'appuyant contre deux tasseaux est en tôle de 1 mm 50 à 2 millimètres d'épaisseur pour arrêter les balles qui auraient traversé la couche de son. Cette plaque de fond peut être supprimée si les caisses sont assez profondes ou quand le fond du stand est constitué par un mur solide et élevé. Les caisses-cibles sont disposées sur des tréteaux, de préférence en bois, ou mieux sur un soubassement analogue à celui qui a été décrit pour le massif des sacs.

Le tir est exécuté sur des panneaux entoilés recouverts de papier sur lesquels sont collés les visuels. L'emploi des cibles métalliques est interdit. Les visuels sont formés de feuilles de papier blanc de 15 centimètres de côté sur lesquelles sont tracés deux cercles concentriques ayant de 5 à 10 centimètres de diamètre ; des diamètres horizontaux et verticaux complètent le dispositif.

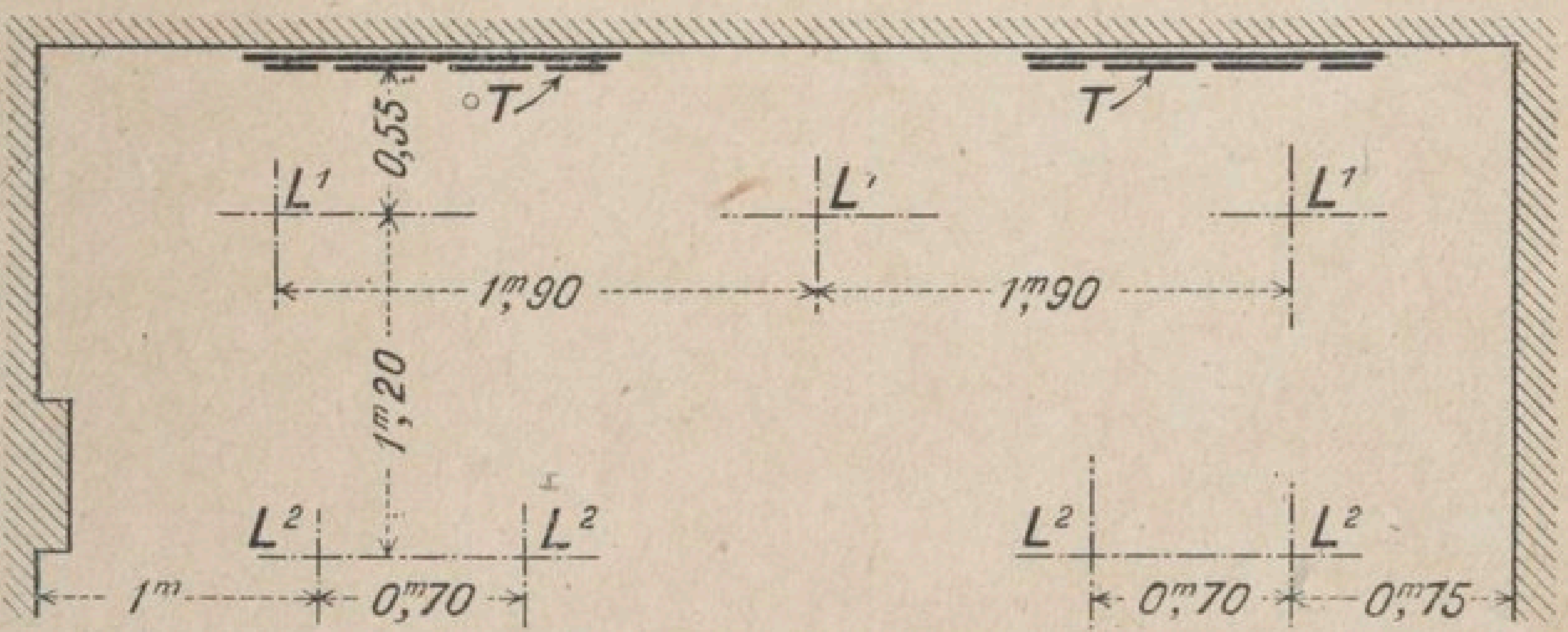
L'instruction rapide des milliers de recrues que la Russie et l'Angleterre ont envoyées sur le champ de bataille au sortir de leur bureau ou de l'atelier, a nécessité une organisation intensive des stands de tir. Des études très complètes avaient d'ailleurs été faites en Angleterre avant la guerre en ce qui concerne l'éclairage artificiel des stands et des cibles, en vue d'obtenir le maximum de touches avec un tireur moyen muni d'une arme ordinaire, dans des conditions se rapprochant le plus possible de celles du champ de bataille. Il est évident, en effet, que si l'on éclaire trop la cible, on complique la tâche de l'élève, dont l'œil est ébloui, étant donné la faible distance du but. Sur le champ de bataille, il est, au contraire, plus facile de tirer sur un but bien éclairé, mais on se trouve alors suffisamment loin de ce but pour que les conditions visuelles ne soient pas troublées.

Dans la plupart des stands employés en Angleterre, la cible se trouve séparée du tireur par un grand corridor dans lequel sont dressés deux ou trois écrans parallèles



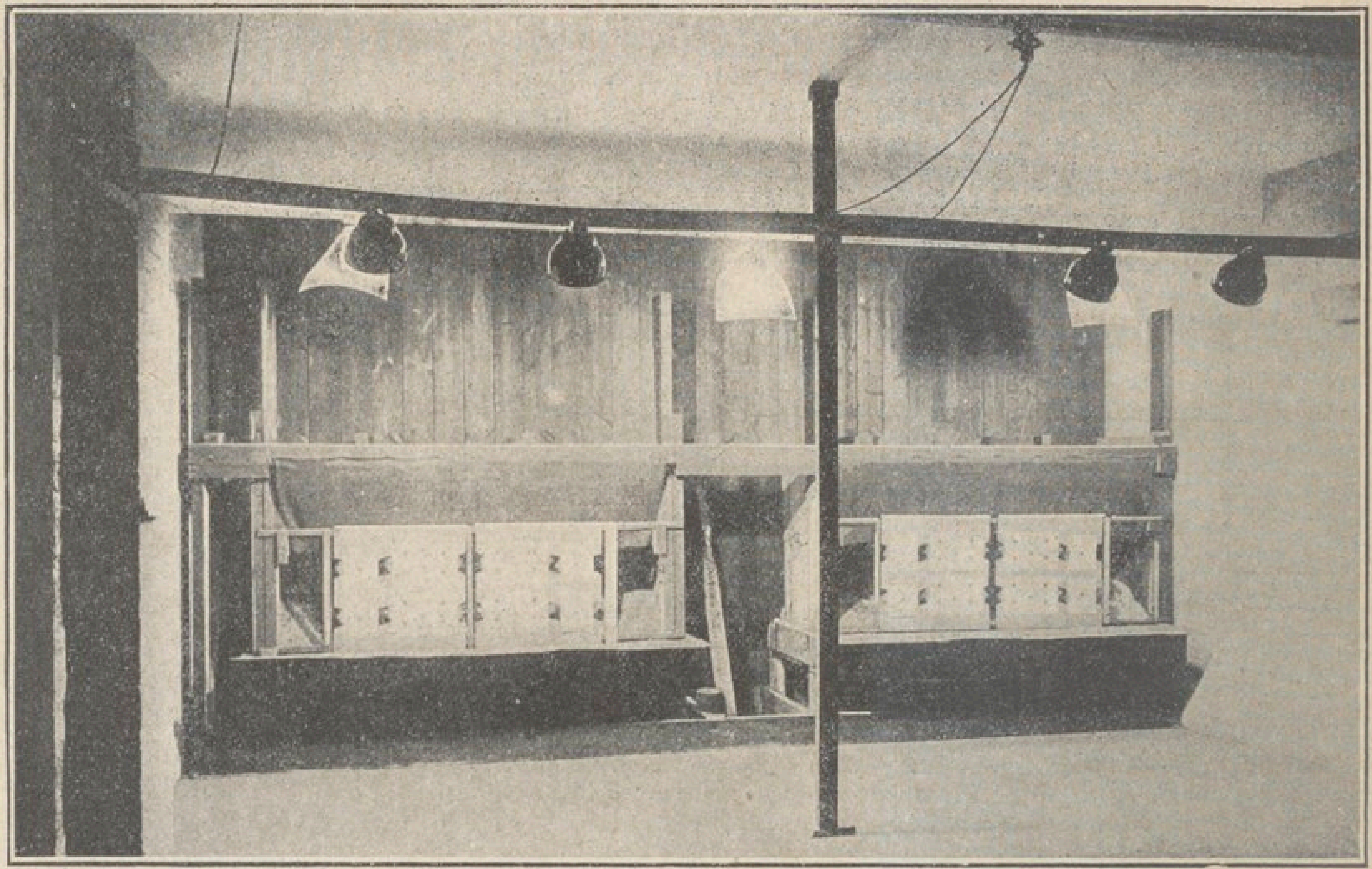
PLAN DU STAND DE L'OFFICE DES BREVETS ANGLAIS

Les cibles T, placées dans le fond, sont éclairées par une série de lampes électriques (+) fixées au plafond. Les tireurs, qui se tiennent dans le rectangle situé à gauche de la figure, aperçoivent les cibles à travers des baies pratiquées dans un mur intermédiaire.



DISPOSITION DES CIBLES AU STAND DE L'OFFICE DES BREVETS

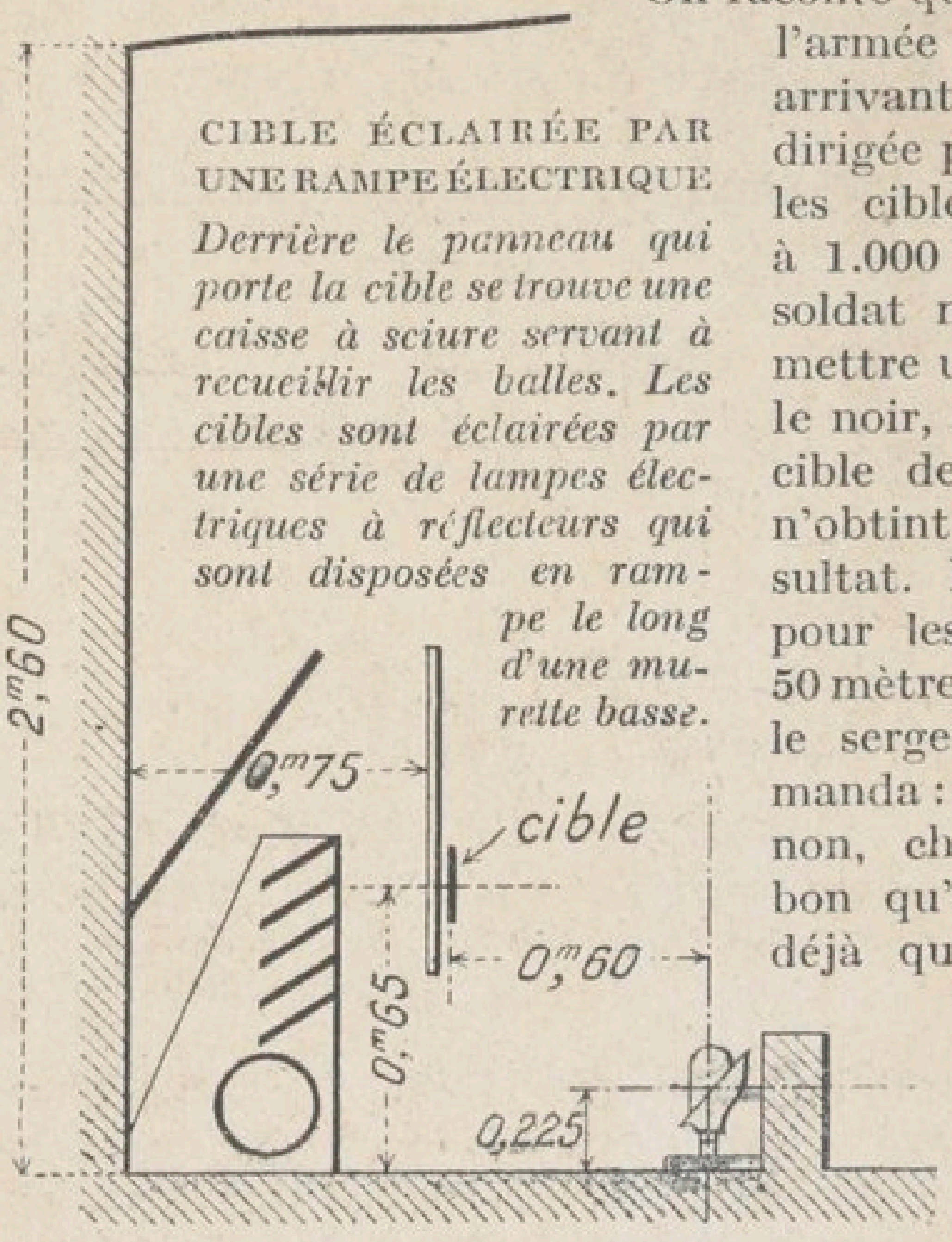
Les panneaux de cibles T T, fixés sur le mur de fond, sont éclairés par des lampes de 25 bougies L^1, derrière lesquelles sont placées d'autres lampes plus fortes L^2, de 65 à 100 bougies.



ÉCLAIRAGE DES CIBLES, AVEC LAMPES AU PLAFOND DANS UN STAND ANGLAIS

percés d'une ouverture centrale rectangulaire. Des lampes électriques éclairent la cible ainsi que chacun des écrans et leur intensité est d'autant plus forte qu'elle sont placées plus près du but. Dans certaines installations, on place les cibles dans une chambre éclairée par une rampe de lampes électriques qui projettent une lumière plus ou moins atténuée sur le but. Le tireur est, au contraire, dans une obscurité presque complète.

Un grand nombre d'essais ont été faits en ce qui concerne l'éclairage direct des cibles que l'on obtient par des rampes placées, soit au plafond, soit sur le parquet, soit sur les côtés des buts. Ces dispositifs permettent d'utiliser les cibles à toute heure et on a construit des stands permettant de placer les cibles à des distances considérables variant de 1.500 à 2.400 mètres.



CIBLE ÉCLAIRÉE PAR UNE RAMPE ÉLECTRIQUE

Derrière le panneau qui porte la cible se trouve une caisse à sciure servant à recueillir les balles. Les cibles sont éclairées par une série de lampes électriques à réflecteurs qui sont disposées en rampe le long d'une murette basse.

Les conditions de la guerre actuelle de tranchées ont rendu fréquents les tirs à petite portée ne dépassant guère 200 mètres; on peut ainsi utiliser des tireurs qui, sur un champ de bataille en rase campagne, n'obtiendraient peut-être que de très médiocres résultats, à cause de leur vue faible.

On raconte qu'une des recrues de l'armée de Kitchener, en arrivant sur le stand, fut dirigée par son sergent vers les cibles destinées au tir à 1.000 mètres. Comme le soldat ne parvenait pas à mettre une seule balle dans le noir, on le fit passer à la cible de 500 mètres où il n'obtint pas de meilleur résultat. Il en fut de même pour les cibles à 200 et à 50 mètres, tant et si bien que le sergent, exaspéré, commanda : « Baïonnette au canon, chargez! vous n'êtes bon qu'à cela. » Et c'était déjà quelque chose, car le bon Tommy l'a prouvé depuis.

En tous cas, à un moment où l'on songe de tous côtés à organiser l'enseignement militaire, il est indispensable d'installer de nombreux stands et d'y attirer beaucoup d'élèves.

Capitaine Florivet.

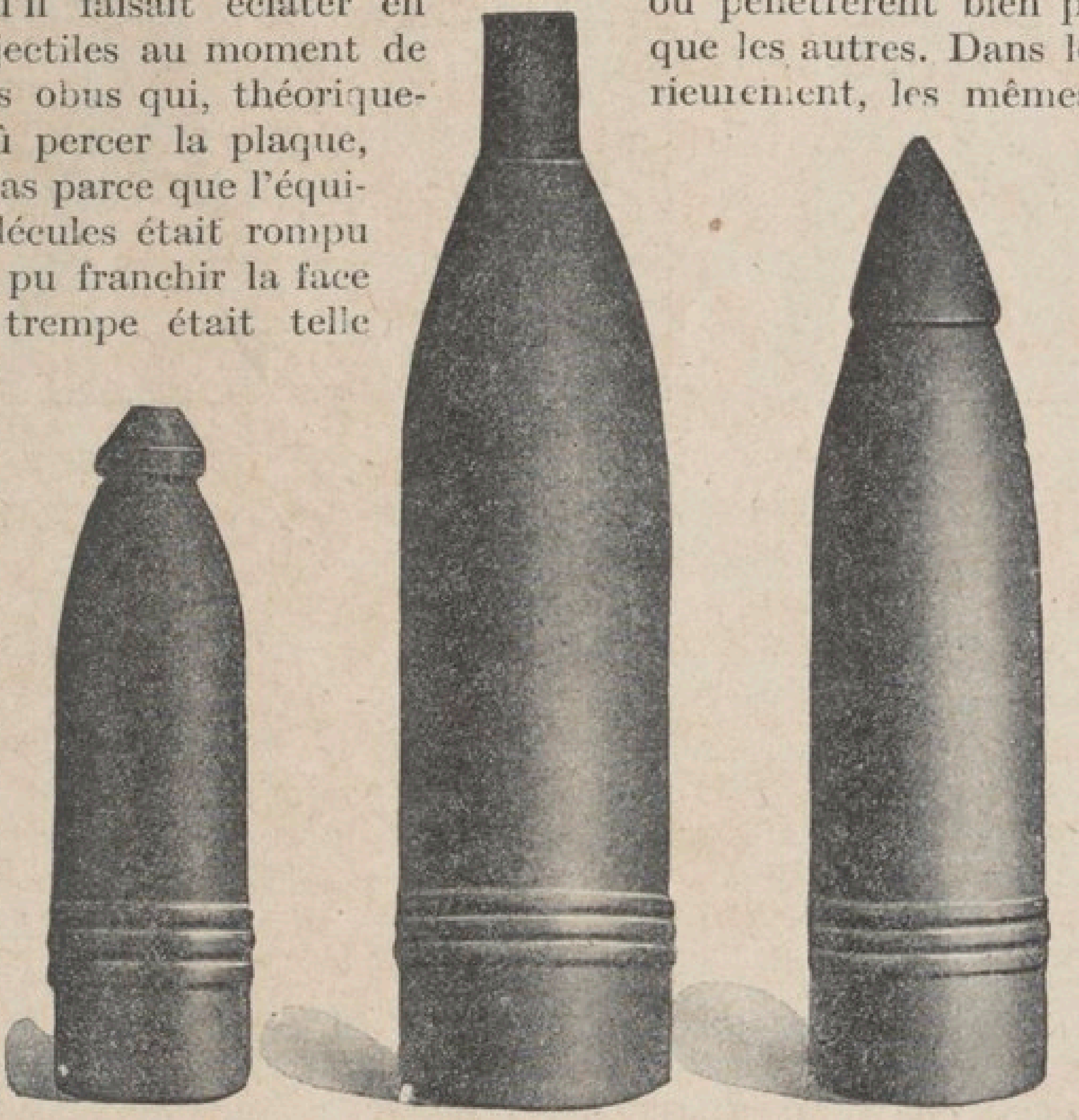
LES OBUS A COIFFE

Par le commandant d'artillerie L. V.

Dans la lutte qui s'est poursuivie pendant de longues années entre le canon et la cuirasse, l'avantage était, il y a vingt ans, du côté de cette dernière, grâce à la remarquable découverte de Harvey. Cet industriel, en effet, avait trouvé le moyen de durcir une des faces de la plaque de blindage en la surcémentant, c'est-à-dire en lui faisant absorber du carbone jusqu'à une certaine profondeur. Le durcissement obtenu ainsi était tel qu'il faisait éclater en morceaux les projectiles au moment de l'impact. Des gros obus qui, théoriquement, auraient dû percer la plaque, n'y parvenaient pas parce que l'équilibre de leurs molécules était rompu avant qu'ils aient pu franchir la face durcie dont la trempe était telle qu'elle pouvait couper le verre.

Ce fut alors qu'apparut le projectile à « chapeau » ou à « coiffe » de l'amiral russe Makaroff.

Il se compose d'un projectile ordinaire muni à sa pointe d'un chapeau ou coiffe en acier doux. Cette coiffe a généralement la forme ogivale ; pour l'obus de 155, elle pèse 3 k. 600 ; sa hauteur est de 113 millimètres, son épaisseur de 12 millimètres à la pointe et de 2 millimètres à la base. Quelquefois cette forme est cylindrique, comme dans les projectiles fabriqués par Johnson, en Angleterre. Dans certaines usines métallurgiques, en France, on leur donne la forme d'un tronc de cône à base très élargie.



1 FRANCE — 2 ANGLETERRE — 3 ALLEMAGNE

Trois types de projectiles à chapeau ou à coiffe dont le principe fut imaginé par l'amiral russe Makaroff.

Les projectiles munis d'une coiffe possèdent, pour les plaques durcies à la surface, une puissance de perforation bien supérieure à celle des obus ordinaires, et ils le prouvèrent, dès leur apparition, dans les célèbres expériences faites aux polygones d'Indian-Head, aux Etats-Unis, et d'Ochta, où tous les projectiles qui n'étaient pas munis de la coiffe furent brisés ou ne purent traverser les plaques de blindage, qu'elles n'entamèrent qu'à une faible profondeur, tandis que les projectiles coiffés, tirés dans les mêmes conditions, traversèrent presque tous totalement les plaques sans être brisés ou pénétrèrent bien plus profondément que les autres. Dans les tirs faits postérieurement, les mêmes résultats furent constatés : un obus coiffé, de 152 millimètres de calibre, pesant 45 k. 36, animé d'une vitesse initiale de 764 mètres, traversa aisément, sans se briser et sans être déformé, une plaque d'acier harveyé (c'est-à-dire traitée par le procédé Harvey), de 254 millimètres d'épaisseur, alors que, généralement, les projectiles ordinaires, tirés avec des vitesses moyennes, ne traversaient lesdites plaques que lorsque l'épaisseur de celles-ci ne dépassait pas leur calibre.

Des perfectionnements apportés plus tard dans le durcissement des plaques augmentèrent, il est vrai, la résistance de celles-ci au choc des projectiles. Ainsi, pour l'acier durci par le procédé perfectionné de Krupp, les perforations furent de 27 centimètres avec la pièce de 305 et de 12 centimètres avec la pièce de 155.

Au premier abord, il peut sembler extraordinaire et même paradoxal qu'une masse en

acier doux, c'est-à-dire relativement mou, pénètre mieux dans une plaque en métal extrêmement dur que ne le fait un projectile en acier fortement durci par une trempe spéciale. Cependant, en examinant de près le phénomène et en le raisonnant, on s'aperçoit vite qu'il est assez simple et que le paradoxe n'est, en somme, qu'apparent.

La coiffe en acier doux, en s'écrasant contre la couche dure de la plaque de blindage, prévient la rupture de la pointe du projectile (qui est en acier dur et relativement fragile) ; l'énorme effort du choc, au lieu de porter instantanément et totalement sur cette pointe, se répartit plus ou moins également sur tous les points de l'ogive en contact avec la coiffe et sa résistance à la rupture est ainsi considérablement augmentée ; en prolongeant la durée de ce choc, cette pointe du projectile a ainsi le temps de parvenir jusqu'à la zone douce de la plaque d'acier.

La puissance de protection de la coiffe peut aussi être familièrement expliquée par cette expérience enfantine qui consiste à percer un sou avec une aiguille : en introduisant une aiguille dans un bouchon jusqu'à ce que sa pointe vienne affleurer la base de celui-ci et en appliquant cette base sur un sou, un coup de marteau sec fera percer le sou par l'aiguille ; le liège environnant le corps de l'aiguille la maintient dans le sens du coup, de façon à concentrer dans la pointe toute la puissance du choc.

Le chapeau en acier doux, qui recouvre la pointe du projectile sur une longueur de 10 à 12 centimètres, joue un rôle analogue à celui du bouchon ; il la protège, il la fixe jusqu'à ce qu'elle entre dans le but.

En outre, par l'état de fusion, au moins partiel, dans lequel le jette la chaleur considérable engendrée par le choc, il lubrifie la pointe du projectile et facilite sa pénétration.

On avait déjà remarqué qu'un obus traverse aisément une plaque d'acier harveyé lorsqu'il vient la frapper du côté de sa face arrière, (c'est-à-dire du côté qui n'est pas durci) alors que le même projectile est brisé et ne peut pénétrer quand on le tire du côté de la face durcie de la même plaque.

On arrive au même résultat en plaçant une plaque en acier doux devant la face durcie de la plaque harveyée, maintenue dans sa position normale, et le projectile, qui se serait brisé dans l'attaque de la plaque unique, arrive ainsi à traverser deux plaques superposées. L'acier doux consolide, en quelque sorte, le projectile au moment du choc contre la face durcie de la plaque et prévient ainsi la séparation des molécules constituantes.

Ce fut peut-être cette remarque qui guida l'amiral Makaroff dans l'invention de son projectile coiffé, dont le principe, en somme, est celui-ci : interposer entre la pointe en acier dur du projectile et la face durcie de la plaque de blindage une épaisseur d'acier doux. Le projectile à coiffe agit à peu de chose près comme un obus ordinaire qui frapperait une plaque en acier durci sur sa face arrière.

Mais il faut dire que le premier ne s'est nettement montré supérieur au second que dans le tir normal, c'est-à-dire lorsqu'il frappe le but plus ou moins perpendiculairement.

FRANCE ANGLETERRE ALLEMAGNE

Ces coupes montrent la forme et l'épaisseur des coiffes, lesquelles sont ici teintées en noir.

Quand la plaque de blindage est frappée sous une incidence de 10 à 15 degrés, cette supériorité diminue beaucoup et elle disparaît en grande partie quand l'incidence atteint ou dépasse un peu 20 degrés.

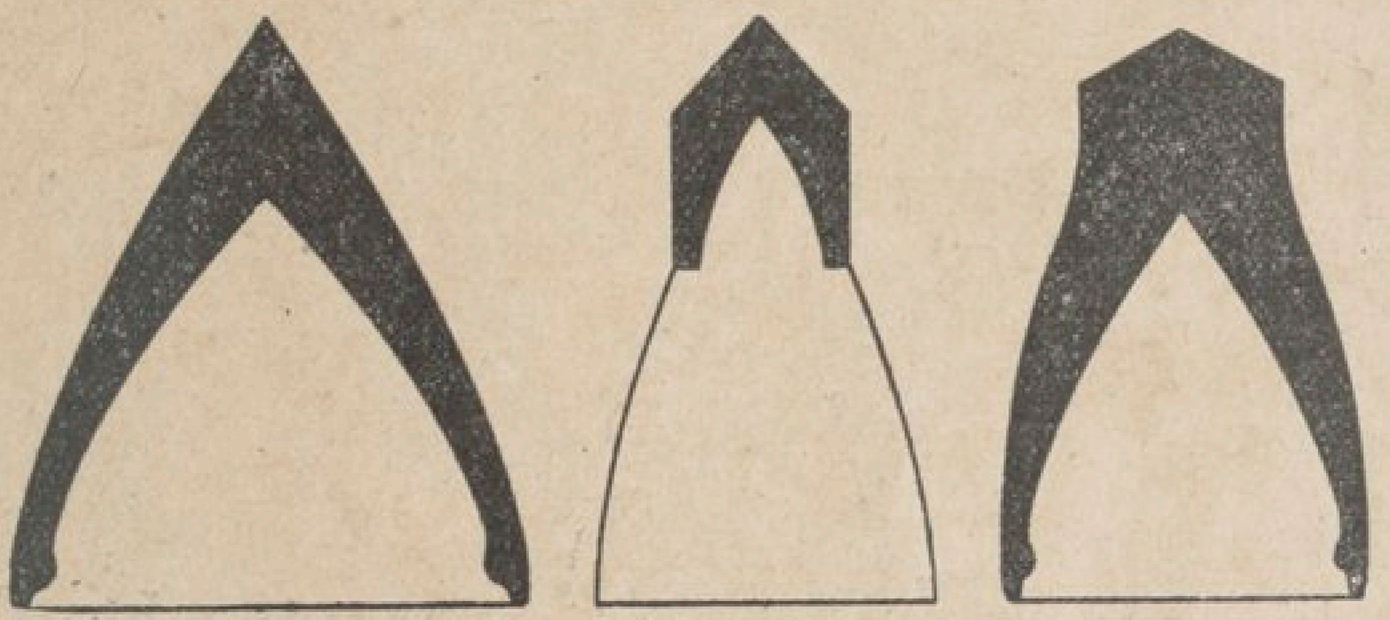
Jusqu'à l'incidence de 25 degrés, l'obus à coiffe conserve encore un petit avantage, mais au delà, les effets produits par les projectiles coiffés ou non coiffés sont à peu près équivalents : les uns et les autres se brisent également. Quelquefois même le projectile coiffé pénètre moins bien que l'obus ordinaire. En général, pourtant, le premier produit plus de fentes sur la plaque, ce qui lui conserve quand même un petit avantage.

« Cette supériorité du projectile à coiffe, dit judicieusement le colonel d'artillerie Vallier, s'expliquerait en admettant que la coiffe protège l'ogive au-dessous et y compris l'incidence de 20 degrés, ce qui éteindrait les vibrations brisantes. Au delà, cet effet protecteur ne pouvant durer sur un aussi long parcours, la rupture se produirait, pour l'obus à coiffe comme pour l'obus ordinaire, sous l'action des mêmes causes. »

Le projectile coiffé est donc inefficace ou

peu efficace dans le tir oblique ; or, dans la guerre, c'est ce tir qui est le plus fréquent, le tir normal n'est que l'exception. Ceci lui retire donc une partie de son intérêt.

La forme du chapeau ou coiffe n'est pas indifférente ; certains profils sont plus favorables que d'autres à la pénétration quand le projectile frappe la plaque sous de petites incidences ; en outre, des discontinuités à l'ogive communiquent au projectile un mouvement irrégulier dont se ressent la justesse du tir ; sous ce rapport, la forme cylindrique est défavorable. De plus, il faut que le chapeau soit solidement fixé sur l'ogive ; s'il est mal assujetti, il peut se produire, comme cela est arrivé dans diverses expériences, des arrachements avant que le projectile soit sorti du canon, ce qui amène de fortes dégradations dans l'âme de la pièce, des coincements du projectile, ainsi que l'irrégularité du tir ; un tel incident pourrait même provoquer l'éclatement complet du canon.


RUSSIE ÉTATS-UNIS SUÈDE

Comme dans la figure précédente, les chapeaux ou coiffes sont teintés en noir sur ce schéma.

L'amiral Makaroff maintenait la coiffe sur l'ogive par aimantation : c'est le procédé russe. On la maintient aussi au moyen de trois vis équidistantes placées à quatre centimètres de la base et mordant également sur l'ogive. Les coiffes cylindriques des projectiles anglais étaient fixées sur la tête de l'obus par ce dernier procédé ; au choc, la coiffe disparaît généralement, laissant la tête de l'ogive arrachée au parallèle d'application des vis, ce qui s'explique aisément.

Le procédé français, qui paraît être le plus rationnel, consiste à assujettir les coiffes par sertissage ou par pose à chaud et refroidissement, ce qui amène un certain serrage, comme pour les frettes des canons.

Il semblerait au premier abord que la portée du projectile dût se ressentir de la présence de la coiffe ; il n'en est rien. Dans plusieurs expériences qui ont été faites, on a trouvé au contraire qu'elle était plutôt légèrement augmentée que diminuée.

Pour résister aux obus coiffés, on a proposé de recouvrir la cuirasse d'un blindage mince en laissant entre les deux un petit intervalle ; l'obus perdrait, paraît-il, sa coiffe sur le blindage mince et il lui serait impossible de traverser la cuirasse épaisse. Ce procédé n'a pas reçu d'application.

La coiffe ne convient qu'à la marine dont les projectiles sont notablement différents de ceux de l'artillerie de terre. Ils furent, on le sait, primitivement fabriqués en fonte ordinaire, puis en fonte dure, et cela suffisait lorsque la cuirasse était faite avec un métal peu résistant, tel que le fer et même le métal compound (fer recouvert d'une mise d'acier). Mais les progrès de la métallurgie ne tardèrent pas à les rendre insuffisants. Quand apparurent la cuirasse en acier doux du Creusot, la cuirasse en acier au nickel et surtout celle de Harvey, ils durent être abandonnés, car ils se brisaient aussitôt à la surface des plaques sans les entamer.

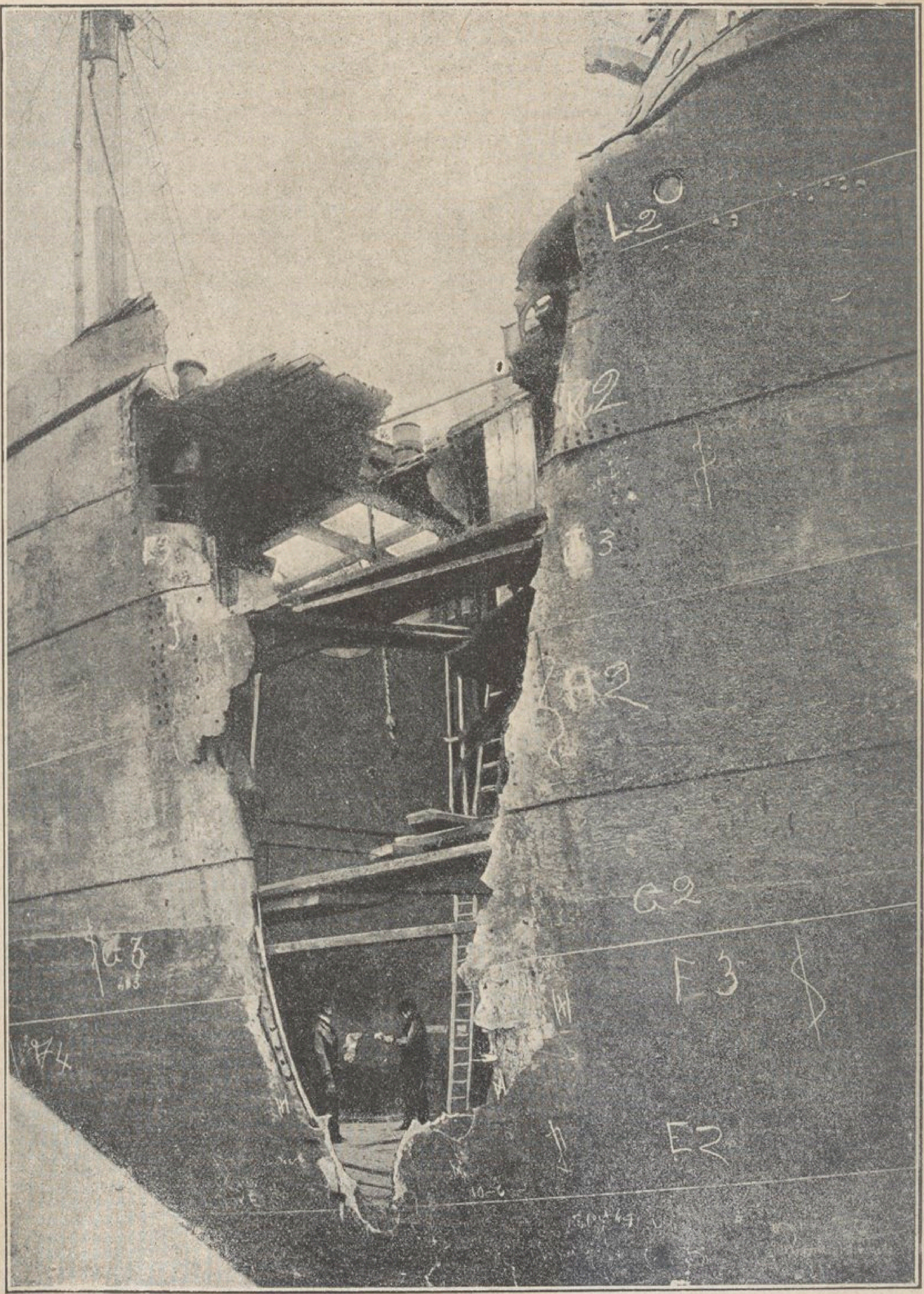
On les fabriqua alors en acier que l'on durcit par une addition de chrome, de nickel, de manganèse. Le type du projectile de cette nature est l'obus Holtzer, ainsi appelé du nom du constructeur qui, le premier, le fabriqua.

Le projectile Holtzer, lors de son apparition, perçait toutes les cuirasses ; on améliora alors celles-ci en durcissant leur surface par le procédé Harvey (perfectionné plus tard par Krupp, puis par d'autres industriels) et l'obus en acier chromé devint impuissant à les percer. Ce fut alors qu'on le munit du chapeau dont il est question plus haut, et aujourd'hui, on fabrique des projectiles qui percent sans se briser et sans subir des déformations très apparentes les meilleures cuirasses dont l'épaisseur est égale et même un peu supérieure à leur diamètre.

Le projectile de marine, destiné à percer les cuirasses de navires, et que l'on appelle projectile de rupture ou de pénétration, doit, outre les qualités de grande résistance du métal même, être très pesant ; ses parois sont épaisses, son ogive est massive, par conséquent le vide qu'il présente à l'intérieur est d'assez petite dimension ; c'est généralement avec de la poudre noire qu'on le remplit ; parfois aussi, c'est un explosif plus puissant tel que l'acide picrique, qui est employé.

Commandant L. V.

COMMENT ON RÉPARE LES BATEAUX AVARIÉS



BRÈCHE FAITE PAR UNE COLLISION DANS LE BORDÉ DU VAPEUR « CORONILLA »

LA CHIRURGIE DES NAVIRES

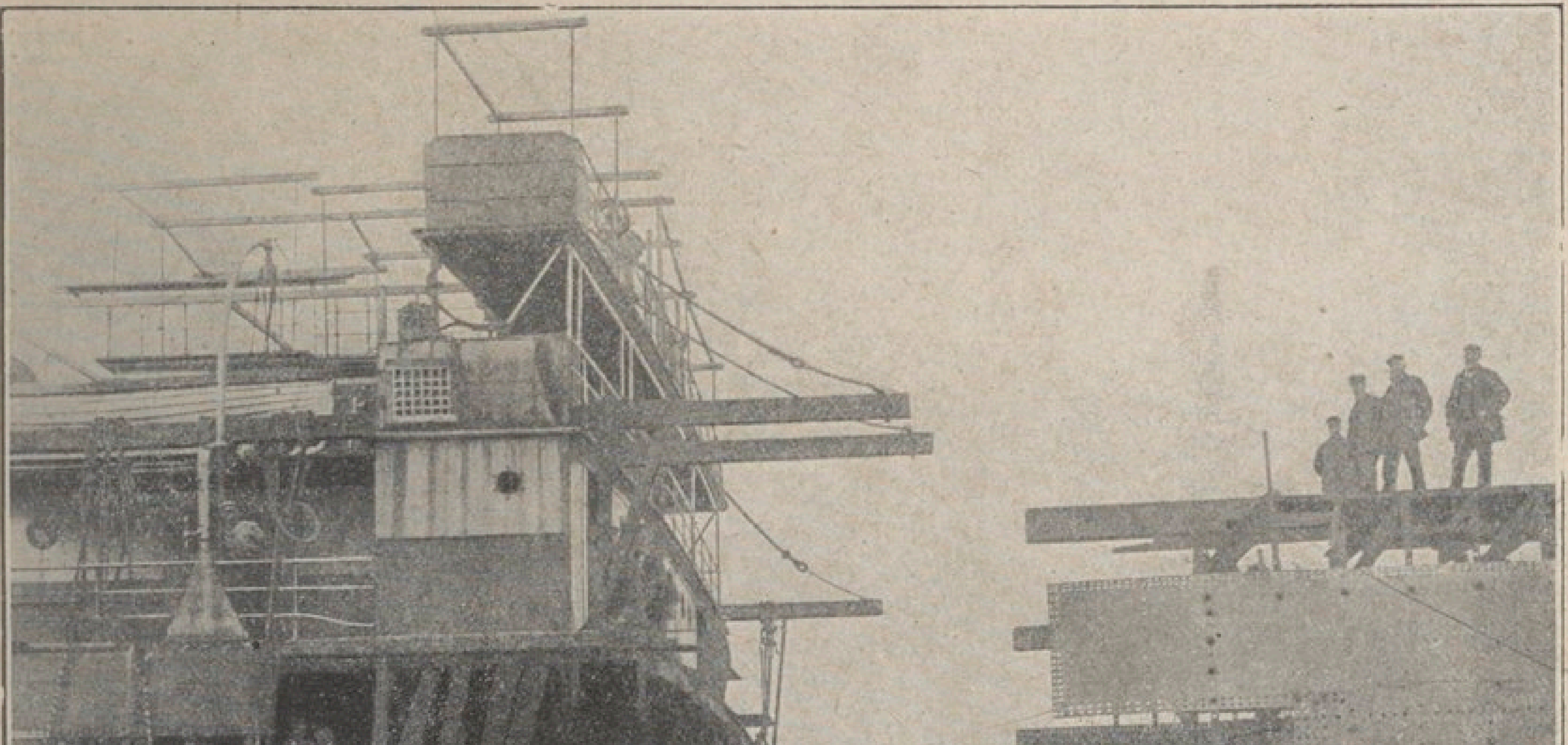
par Arsène MANDRON

SURVEILLANT EN CHEF DE CHANTIERS DE CONSTRUCTIONS MARITIMES

La principale mission des chantiers maritimes est certes de construire les navires neufs et leurs machines. Cependant, les travaux de réparations sont tellement nombreux et importants à bord des bâtiments avariés par les accidents de navigation que beaucoup d'ateliers, situés dans les ports de commerce, sont spécialement consacrés à la remise en état des steamers et des voiliers dont les coques et les installations ont souffert à la suite d'un échouage, d'une collision, d'un torpillage, d'un incendie ou de tout autre accident de marine.

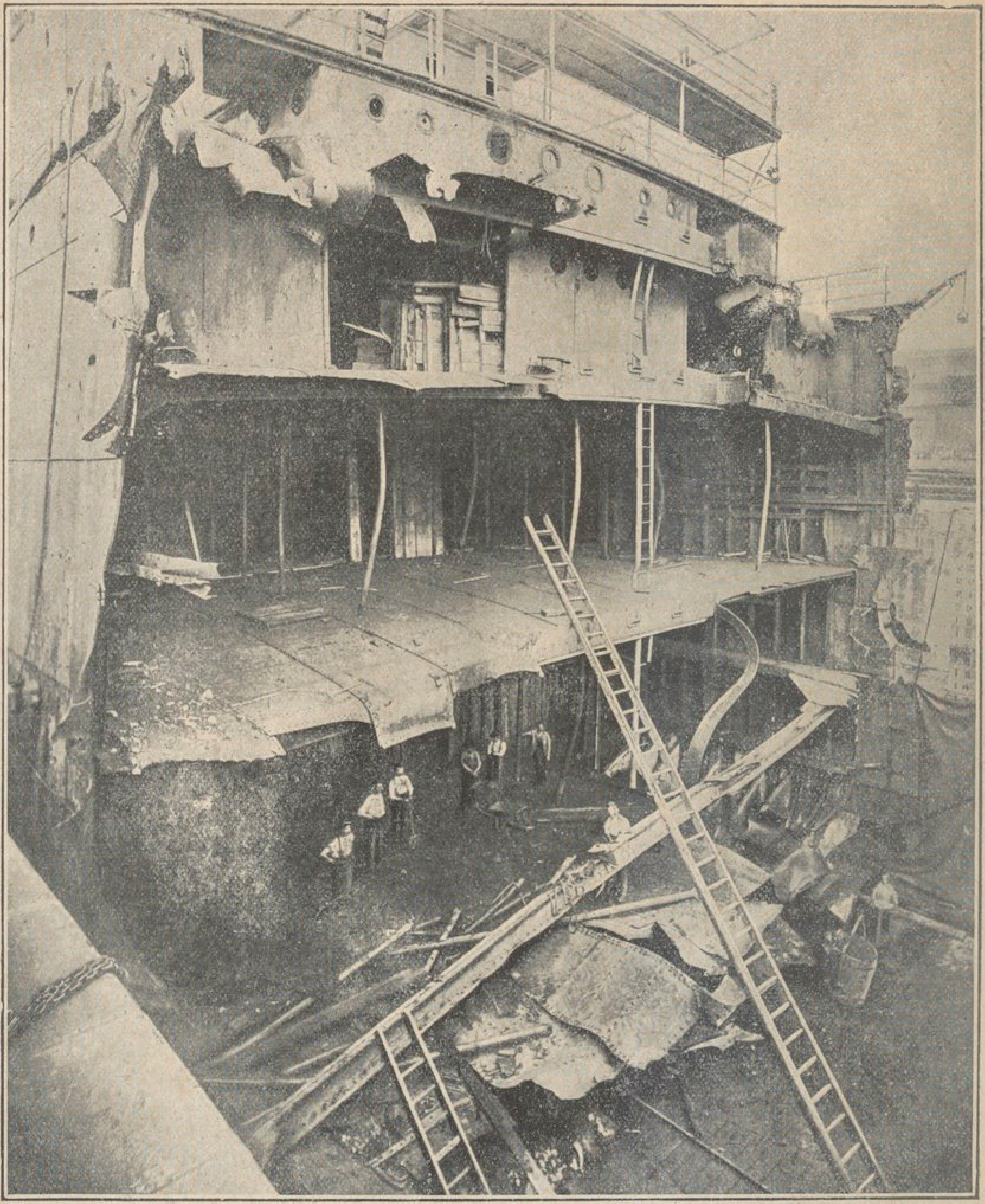
Depuis l'ouverture des hostilités, la tâche des constructeurs qui se vouent ainsi à la pratique de la *chirurgie des navires* est devenue singulièrement importante. Les mines, les torpilles et les obus des pirates ennemis ne réussissent pas toujours heureusement à couler leurs victimes, et un grand nombre de bâtiments ont pu être ramenés dans des ports par les chalutiers, les contre-torpilleurs ou autres *patrouilleurs* chargés du service de surveillance dans les mers infestées de sous-marins allemands ou autrichiens.

Les navires de commerce alliés qui repo-



REMISE EN ÉTAT DU STEAMER « MILWAUKEE » PAR MM. SWAN HUNTER & RICHARDSON

On a placé dans un bassin de radoub l'ancien arrière et l'avant neuf du bâtiment, que l'on s'apprête à réunir par un bordé mis en place sur des couples intermédiaires. (Voir à la page suivante la photographie du Milwaukee, *découpé à la dynamite après son échouage.)*



LE STEAMER « MILWAUKEE » DÉCOUPÉ A LA DYNAMITE APRÈS SON ÉCHOUAGE

sent actuellement au fond de l'océan représentent plusieurs millions de tonneaux. D'autre part, les diverses amirautés ont réquisitionné des milliers de cargos pour le service des ravitaillements et des transports de troupes. Le prix des frets a donc augmenté dans une proportion inimaginable, par suite de la rareté des steamers et des voiliers disponibles pour le commerce général. Un cargo-boat, construit en Danemark pour un armateur, au prix de 800.000 francs, a changé de propriétaire plusieurs fois depuis son lancement, en 1914, et il vaut actuellement le triple de cette somme, soit près de deux millions et demi. Mais il est presque neuf.

On voit par là quel énorme intérêt offre la remise en état des coques dont la flottabilité est restée suffisante après un torpillage

ou un accident de mer quelconque pour permettre de les remorquer dans un port.

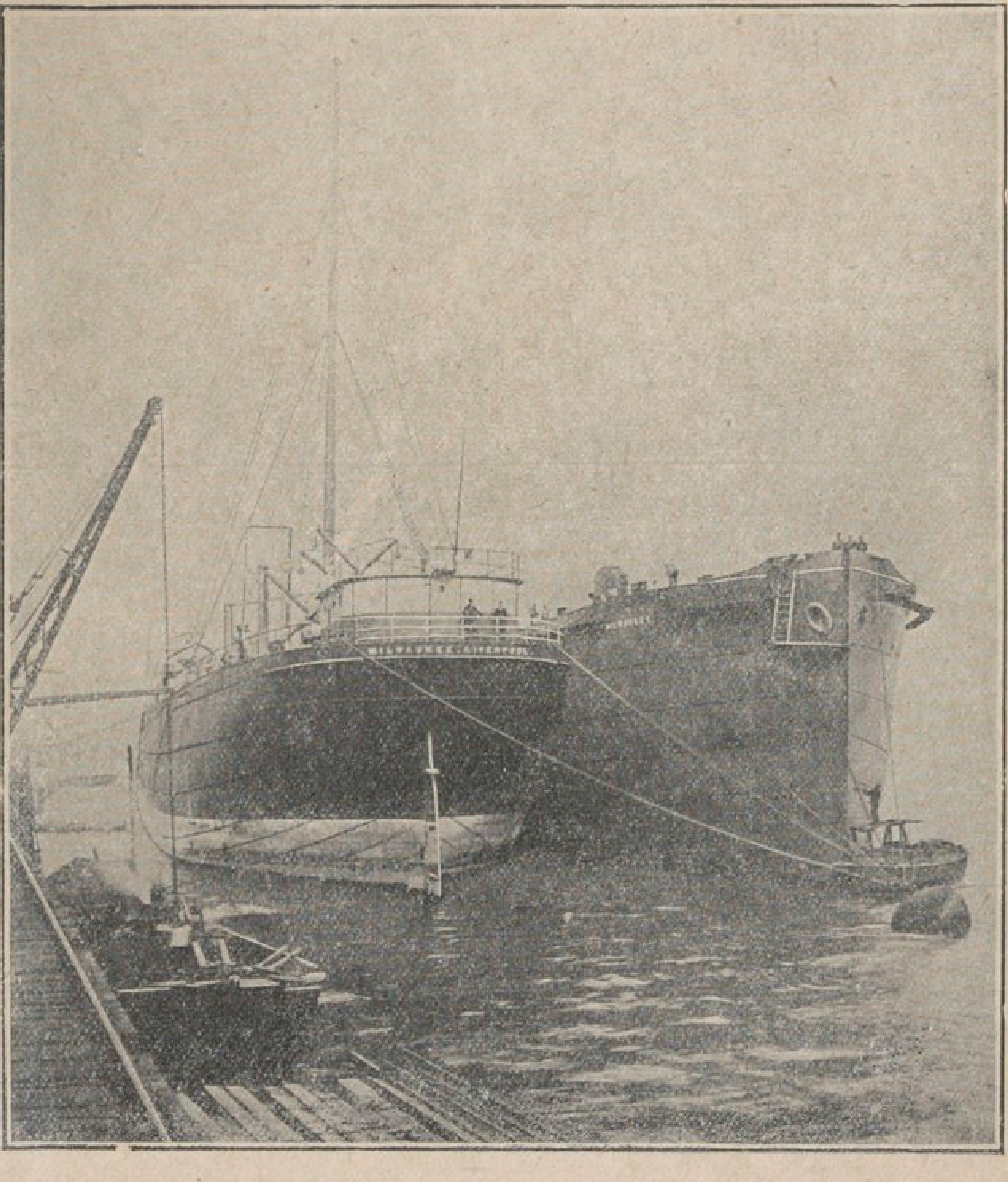
Le chirurgien de navires ne craint pas les grandes opérations, au contraire, et il procède en général à de larges résections, qui font entièrement disparaître les parties lésées. Couper une coque en deux par le milieu pour l'allonger d'une cinquantaine de mètres par l'addition d'un certain nombre de couples, est un simple jeu pour les architectes navals. La maison Swan Hunter et Wigham Richardson, de Wallsend-on-Tyne (Angleterre), a ainsi *opéré*, dans le temps, cinq navires à roues appartenant à notre Compagnie Générale Transatlantique, navires désuets qu'il s'agissait d'allonger pour les transformer en steamers à hélice.

Aucun de ces bâtiments n'a donné lieu à un incident quelconque provenant de cette modification. D'ailleurs, ce genre de travail est devenu tellement courant dans les chantiers de la Grande-Bretagne, que l'on y fait même plus allusion dans les revues spéciales de marine.

Les fameux chantiers Harland & Wolff, de Belfast (Irlande), ont eu à réparer ainsi le *Suevic*, un des plus grands transatlantiques de la White Star Line, si gravement avarié que toute la partie avant dut être sacrifiée. Grâce à l'établissement d'une forte cloison étanche, l'arrière du navire fut amené dans un bassin de radoub, où l'on construisit de toutes pièces un nouvel avant qui fut ensuite rivé au reste par des tôles intermédiaires. Une telle opération, pratiquée sur un bâtiment coûtant plus de 10 millions, constitue une sérieuse économie pour l'armateur, au point qu'elle est devenue, pour ainsi dire, classique en chirurgie navale, sans compter qu'elle permet d'augmenter souvent la vitesse de plusieurs nœuds, grâce à l'allongement des chambres des machines et des chaufferies, dont on peut accroître les dimensions et la puissance.

Aujourd'hui, on découpe très facilement les tôles au moyen de chalumeaux oxhydriques ou oxyacétiléniques. Autrefois, on procédait avec plus de brutalité : MM. Swan Hunter et Wigham Richardson ayant à rallonger le *Wittekind* pour le compte du Norddeutscher Lloyd durent briser complètement le navire en deux par le milieu.

Au moyen de puissants cabestans à vapeur, on tira en sens inverse sur l'avant et sur l'arrière du *Wittekind* avec de solides câbles d'acier. Une première tentative ayant échoué à cause de la rupture des haussières de traction, on recommença la manœuvre en employant des câbles plus résistants. Après un terrible craquement, l'avant se sépara entièrement de l'arrière et les réparations nécessaires purent être entreprises en toute sécurité. On renforça les machines,

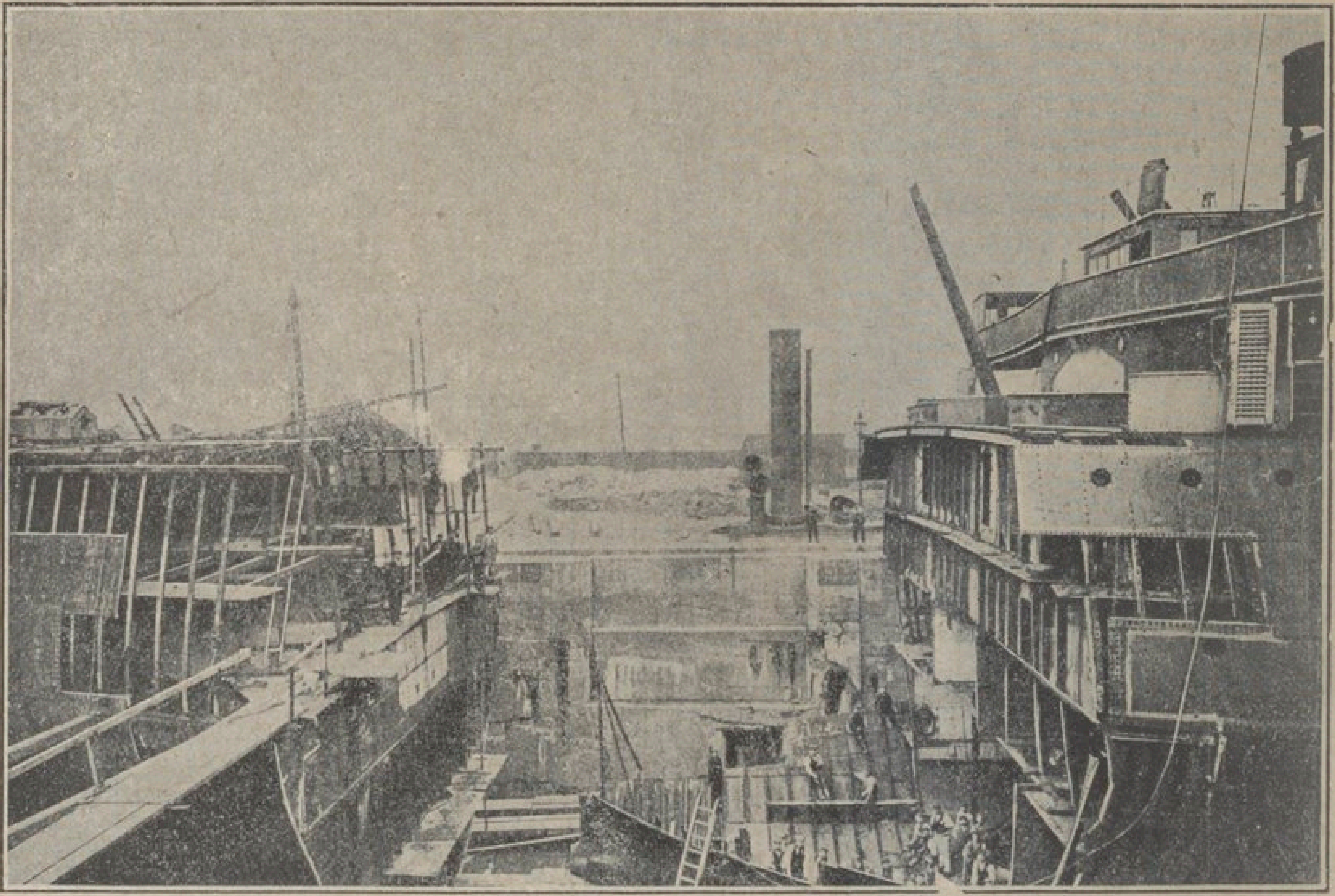


LES DEUX MOITIÉS DU « MILWAUKEE » RÉPARÉ AMARRÉES COTE A COTE

on ajouta des cabines et des salons, et, ainsi transformé et amélioré, le *Wittekind* reprit son service entre Brême et New-York.

L'amputation peut aussi se faire au moyen de petites cartouches de dynamite disposées tout le long des tôles correspondant au couple suivant lequel doit s'opérer la section. C'est la solution que l'on dut adopter pour la remise en état du *Milwaukee*, qui s'était échoué sur des rochers à plus de 300 kilomètres de la côte nord-est de l'Ecosse. La proue fut abandonnée sur les récifs dénommés Errol Rocks et la poupe fut ramenée seule dans une cale sèche. On dut *nettoyer la plaie*, formée par les explosions des cartouches de dynamite, ainsi que par les érosions dues au frottement sur les roches, car les ponts étaient remplis de sable et de débris. On construisit un nouvel avant qui fut lancé séparément et amené près de l'arrière, resté à flot. On put ainsi contempler ce rare spectacle de voir les deux moitiés d'un même navire flottant côte à côte sur la Tyne. La suture s'opéra très facilement dans un bassin de radoub, par le rivetage des tôles spécialement préparées à cet effet, après une vérification extrêmement minutieuse de l'alignement des deux moitiés de quille qu'il s'agissait de raccorder.

On a d'ailleurs souvent recours au même artifice quand on veut faire franchir à un bâtiment neuf une écluse dont la longueur est inférieure à celle de la coque. C'est le moyen qu'on emploie pour faire pénétrer dans les grands lacs de l'Amérique du Nord les steamers construits sur les chantiers de la Clyde pour le compte du Canadian Pacific. Après avoir traversé l'Atlantique par leurs propres moyens, ces navires sont divisés en deux parties par le dérivetage prévu des tôles de bordé et des quilles. Chaque section franchit ainsi sans encombre les écluses qui permettent d'éviter l'obstacle formé par les chutes du Niagara. Des ouvriers spéciaux, qui ont accompagné le navire, procèdent ensuite, dans une cale sèche, à l'opération inverse, qui consiste à river de nouveau les tôles de jonction du bordé et de la quille.



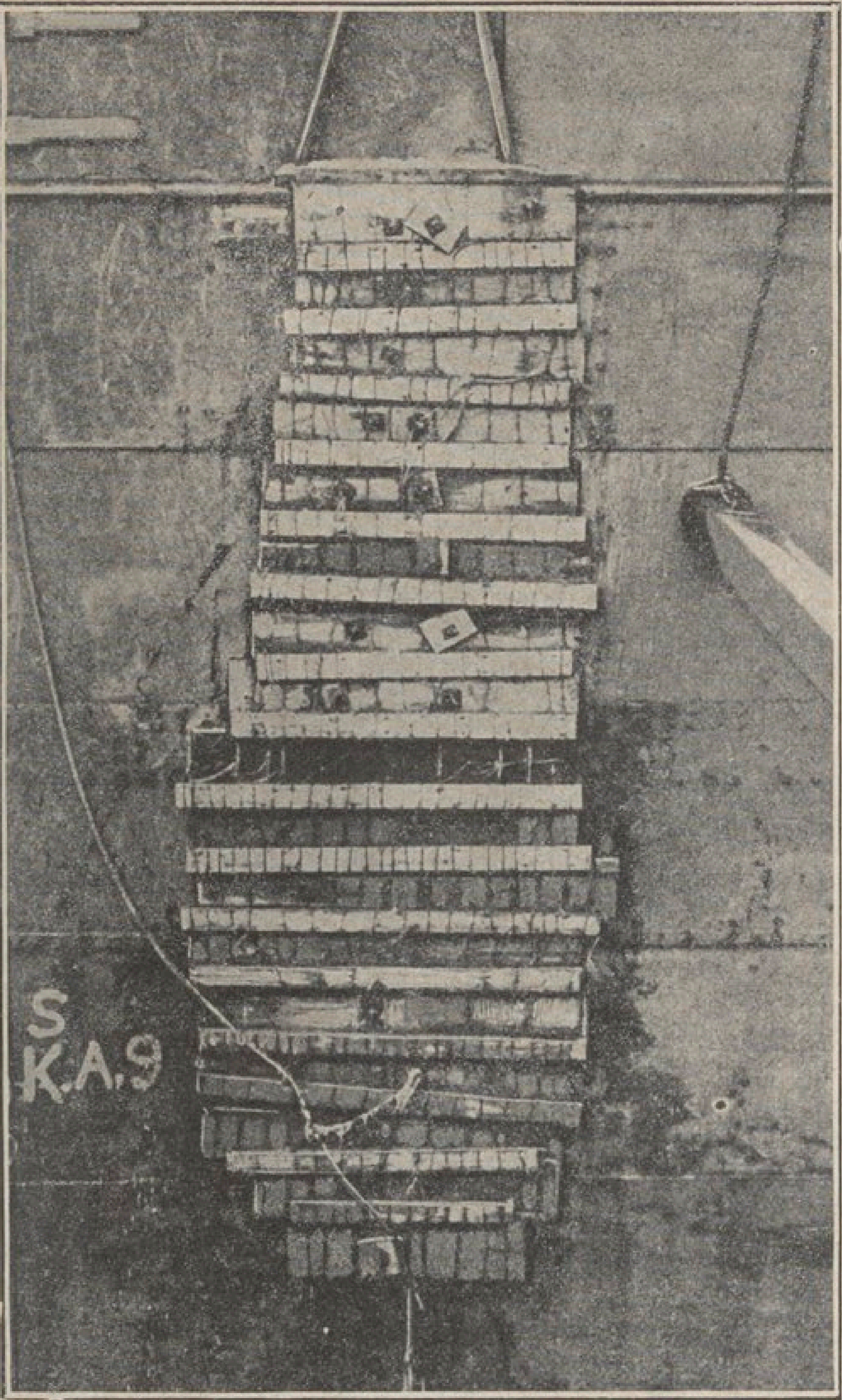
REMPLACEMENT DE L'AVANT DU BRISE-GLACES RUSSE « ERMAK »

Après les essais de recette du navire on décida de supprimer son hélice frontale, reconnue inutile. A cet effet, on enlèva tout l'avant ainsi que le tube porte-hélice que l'on peut voir vers le milieu de la photographie. A gauche est représenté le nouvel avant, qui fut rivé sur la partie restante de l'ancienne coque.

Lors de sa construction sur les chantiers de sir William Armstrong Whitworth et C°, en Angleterre, l'*Ermak*, le puissant brise-glaces du gouvernement russe, avait été

muni d'une hélice de proue qui devait servir à la fois à faciliter la propulsion du vaisseau et à la dispersion des glaçons rompus. Les espérances de l'amiral Makaroff, auteur des plans de l'*Ermak*, ne s'étant pas entièrement réalisées à la suite d'un essai dans la Baltique, on renvoya le navire au constructeur, avec ordre de supprimer l'hélice frontale et de mettre en place une nouvelle étrave. Le travail exécuté consista à découper l'ancien avant et son tube porte-hélice. On construisit en même temps une proue neuve, qui fut lancée séparément et dont la mise en place nécessita une manœuvre très délicate. En effet, la nouvelle proue ne pouvant flotter seule, on dut la supporter au moyen d'un ponton métallique auxiliaire, ce qui permit aussi de la présenter avec précision à son emplacement et de la river aux tôles d'attente réservées dans la partie arrière. Quand la suture fut complète, on n'eut qu'à démolir le ponton et l'*Ermak* put alors flotter avec aisance dans le dock et retourner allègrement sur le théâtre de ses exploits.

Très souvent, les armateurs profitent de l'occasion qui leur est offerte par le passage de leurs navires dans les chantiers de réparations pour les reconstruire presque entièrement en les modernisant par l'addition de machines neuves, ainsi que de cabines ou de salons luxueux et confortables. C'est ainsi qu'après être resté huit mois exposé à l'action destructrice des éléments près de Las Palmas, le *Denton-Grange* put être ramené dans les chantiers d'Hebburn-on-Tyne où l'on reconstruisit entièrement sa double coque et ses machines motrices. Les mêmes constructeurs eurent aussi à modifier de fond en comble le steamer *Ambrose* de la Booth Line, qui s'était échoué à Para, en Amérique du Sud.

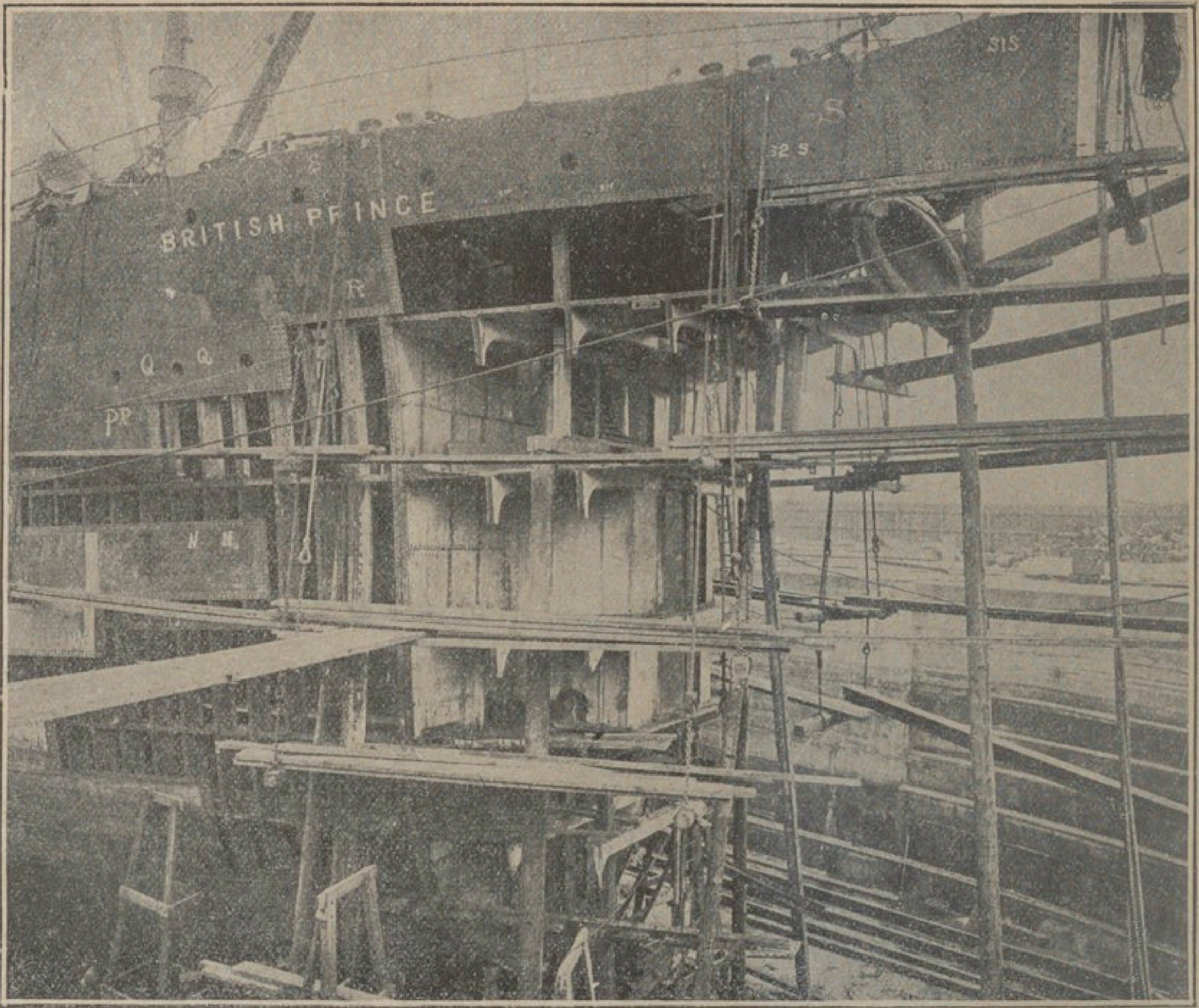


RÉPARATION PROVISOIRE D'UNE COQUE

Cette photographie représente le bordé du steamer Woolwich, *sérieusement endommagé par une collision. On a fixé, en mer, sur la plaie béante, un emplâtre formé d'épaisses planches de chêne retenues par des boulons de fer prenant appui sur les couples placés à l'intérieur.*

Ce navire avait un gaillard d'avant séparé du rouf central, ce qui le faisait ressembler à un cargo-boat. En surélevant le pont intermédiaire, on put réunir le rouf au gaillard et l'on trouva ainsi de la place pour installer, outre des salles de bains, ainsi que des cabines de première classe et de luxe pour 160 personnes, des aménagements confortables permettant d'embarquer 300 émigrants. Les armateurs se trouvèrent ainsi en possession d'un navire presque neuf et très moderne, dont la transformation ne leur avait, en somme, pas coûté très cher.

Parmi les avaries provenant des risques de navigation, les plus fréquentes sont les écrasements de l'étrave et quelquefois de



RÉPARATION DU BATIMENT ANGLAIS « BRITISH PRINCE » DANS LES CHANTIERS DE LA WALLSEND SLIPWAY & ENGINEERING C°

Tout l'avant du navire a été démoli par la collision. On a enlevé l'étrave, tous les couples et les tôles de bordé de l'avant aux fins de remplacement. On voit dans le haut, à droite, l'écubier de fonte qui est resté en place sans être affecté en rien par le choc.

toute la proue, à la suite d'une collision avec un autre navire ou d'une erreur de direction, qui lance violemment le bâtiment sur une jetée ou sur un brise-lames.

Certains ports ont la spécialité de ce genre d'accidents, à cause des courants locaux engendrés par le conflit des vents et des marées ou de la disposition défectueuse de certaines jetées. Le *Deutschland*, de la Compagnie Hambourgeoise Américaine, passa plusieurs mois dans un des bassins de radoub de Southampton, après avoir heurté violemment les jetées de Douvres. La même mésaventure arriva au *Finland*, qui fut obligé d'aller se faire réparer dans un des chantiers de la Tyne. Un steamer du Canadian Pacific Railway, ayant abordé un charbonnier, coula ce dernier, dont une partie de la coque, pesant environ 50 tonnes, resta engagée dans la plaie causée au transatlantique par la violence du choc. On eut même beaucoup de peine à la dégager.

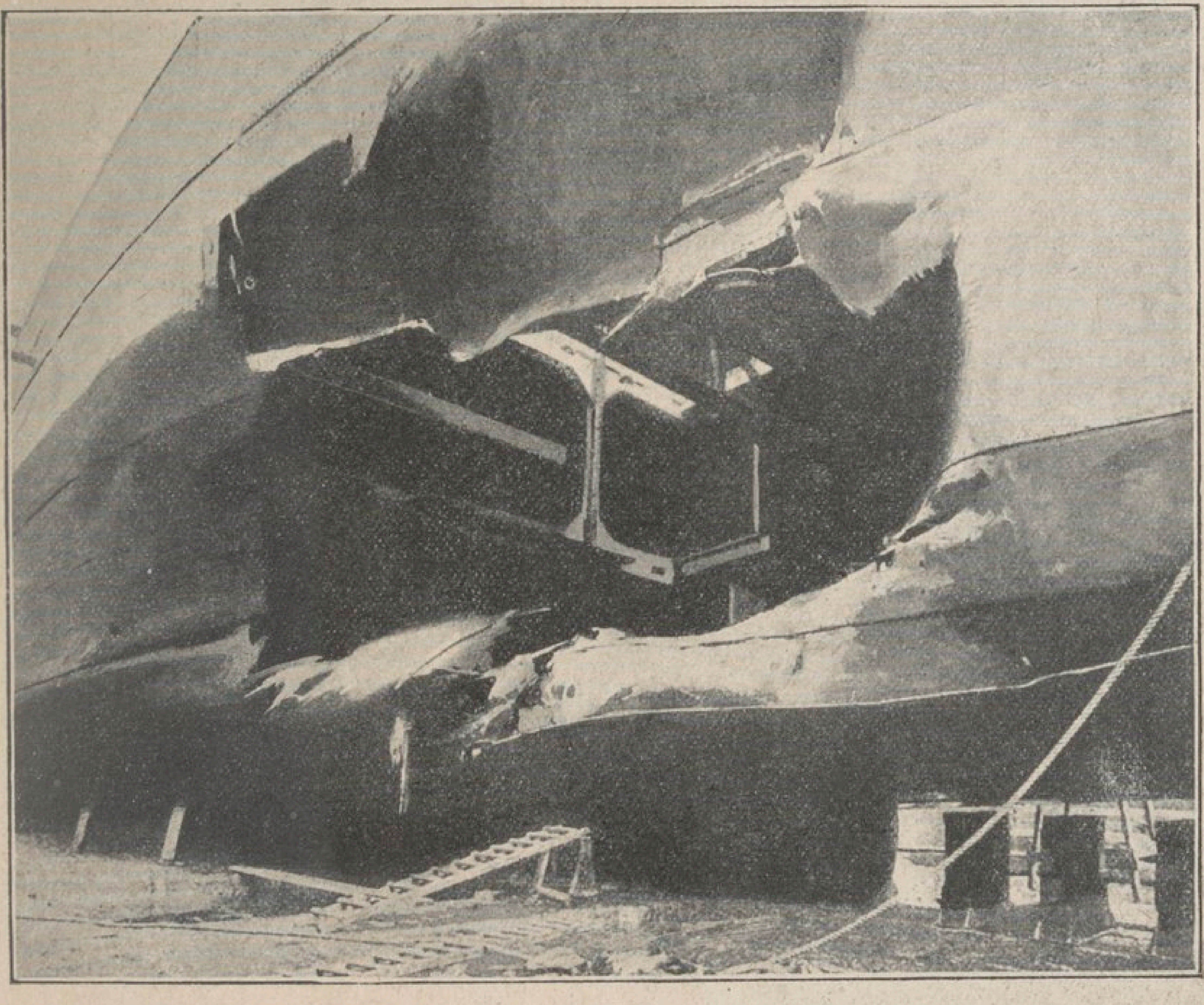
Souvent, ces collisions par l'étrave d'un navire abordeur sont fatales pour la victime, quel que soit son tonnage. On se rappelle que la *Princesse-Alice* reçut dans son bordé, près de la chambre des machines, l'étrave du *Bywell Castle* et 760 personnes furent ainsi noyées dans la Tamise. La *Bourgogne* fut abordée par un voilier qui la coupa en deux ; de même la *République*, dont la coque pesait 25.000 tonnes, fut coulée par la *Florida* qui n'en pesait que 7.000, et qui marchait à une simple vitesse de 14 nœuds.

En général, après ces collisions, le navire abordé coule et l'avant de l'abordeur se replie en accordéon, ce qui le maintient à flot. Après le naufrage de la *République*, le *Florida* put rentrer à New-York, où son étrave fut remplacée par les soins de la

Morse Dry Dock & Repair Co, de Brooklyn. La réparation dura environ trois semaines et ne coûta pas 200.000 francs, y compris les frais de deux mises en cale sèche. On sectionna tout l'avant avarié, qui fut retiré d'un seul coup au moyen d'une grue flottante ; la partie sacrifiée pesait 100 tonnes et fut vendue comme ferraille pour la somme de 375 francs. Les armateurs avaient pu fournir les plans et les dessins d'exécution du steamer, ce qui permit aux ingénieurs chargés de la réparation de faire préparer rapidement une étrave neuve ainsi que les couples, les tôles et les barrots nécessaires à la remise en état complète de l'avant. Au bout de trois semaines, la *Florida* sortait des docks et reprenait son service. Ce genre de réparation est fréquent dans les chantiers anglais de la Tyne. On peut, notamment, citer à cette occasion le cas du *British Prince*, réparé par la Wallsend Slipway & Engineering Co, qui eut à remplacer environ un bon quart des éléments de la coque.

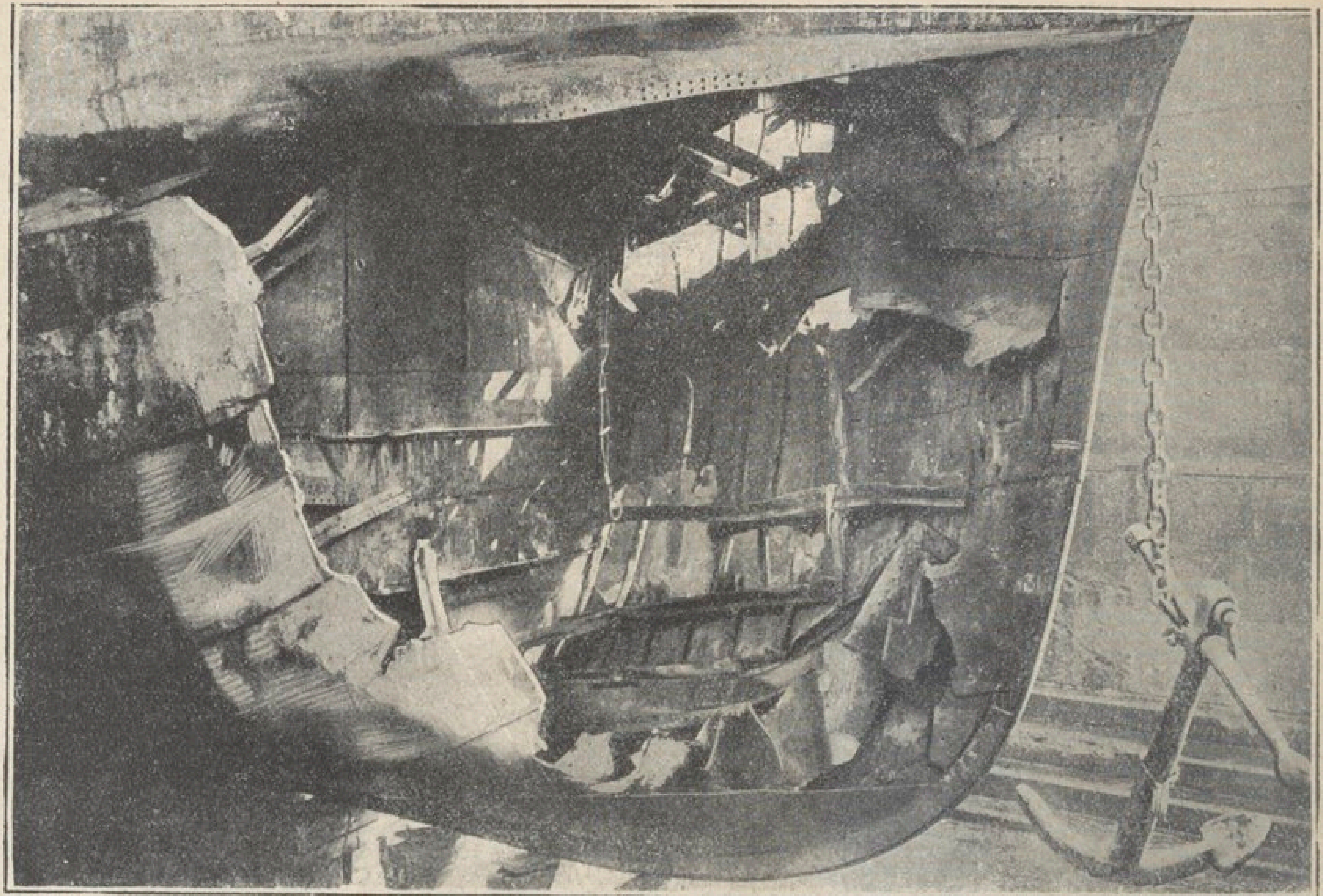
Lors de la terrible collision entre le *Storstad* et l'*Empress of Ireland*, sur le Saint-Laurent, on put réparer avec la plus grande facilité le navire abordeur dont l'avant avait été écrasé et s'était ouvert de haut en bas par la violence du choc.

Le 1er mai 1915, le pétrolier américain *Gulflight*, qui transportait à Rouen 50.000 barils de benzine provenant du Texas, fut torpillé par un sous-marin allemand, au large des îles Scilly. Malgré le trou percé dans la coque par la torpille, le *Gulflight*, partiellement allégé, put gagner Rouen, où il fut déchargé, et se rendre à Wallsend-on-Tyne. Après examen, il fut réparé à South Shields, par le chantier Smith's Dock Co. Prêt à reprendre la mer le 22 août, il quittait Hull et arrivait le 12 septembre à Port-Arthur (Texas), après être resté immobilisé

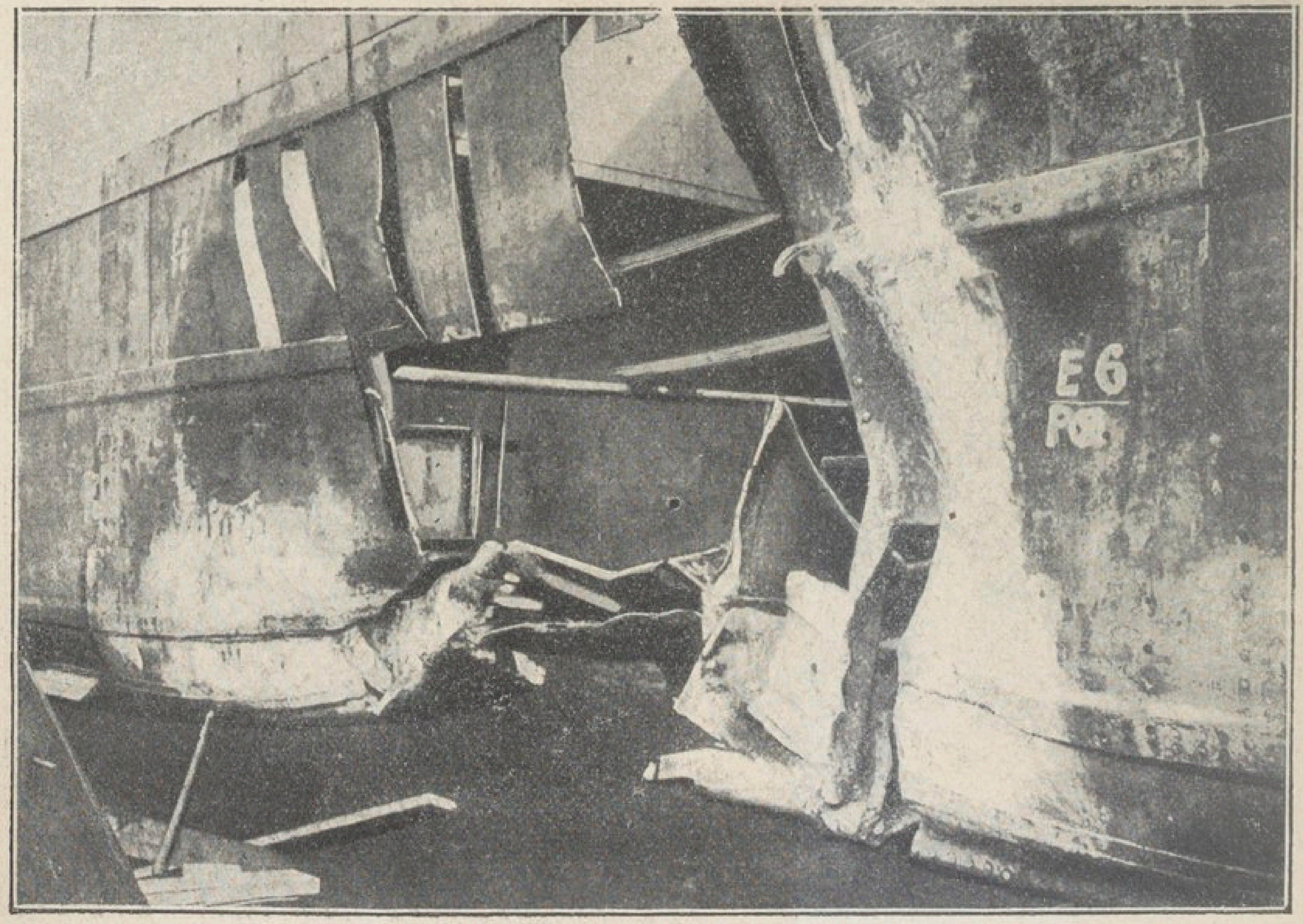


LE PÉTROLIER AMÉRICAIN « GULFLIGHT » MIS EN CALE SÈCHE A SOUTH SHIELDS, APRÈS SON TORPILLAGE, POUR ÊTRE RÉPARÉ

L'incident du Gulflight *fut un de ceux qui provoquèrent les légitimes réclamations du gouvernement américain au sujet des actes de pirateries des sous-marins allemands. Grâce à l'habileté des ingénieurs chargés de le réparer, le navire ne fut immobilisé que pendant cinq mois.*



L'AVANT D'UN GRAND VOILIER FRANÇAIS ÉVENTRÉ PAR UNE TORPILLE



DÉGATS FAITS PAR UNE TORPILLE AU CHARBONNIER ANGLAIS « TORQUAY »

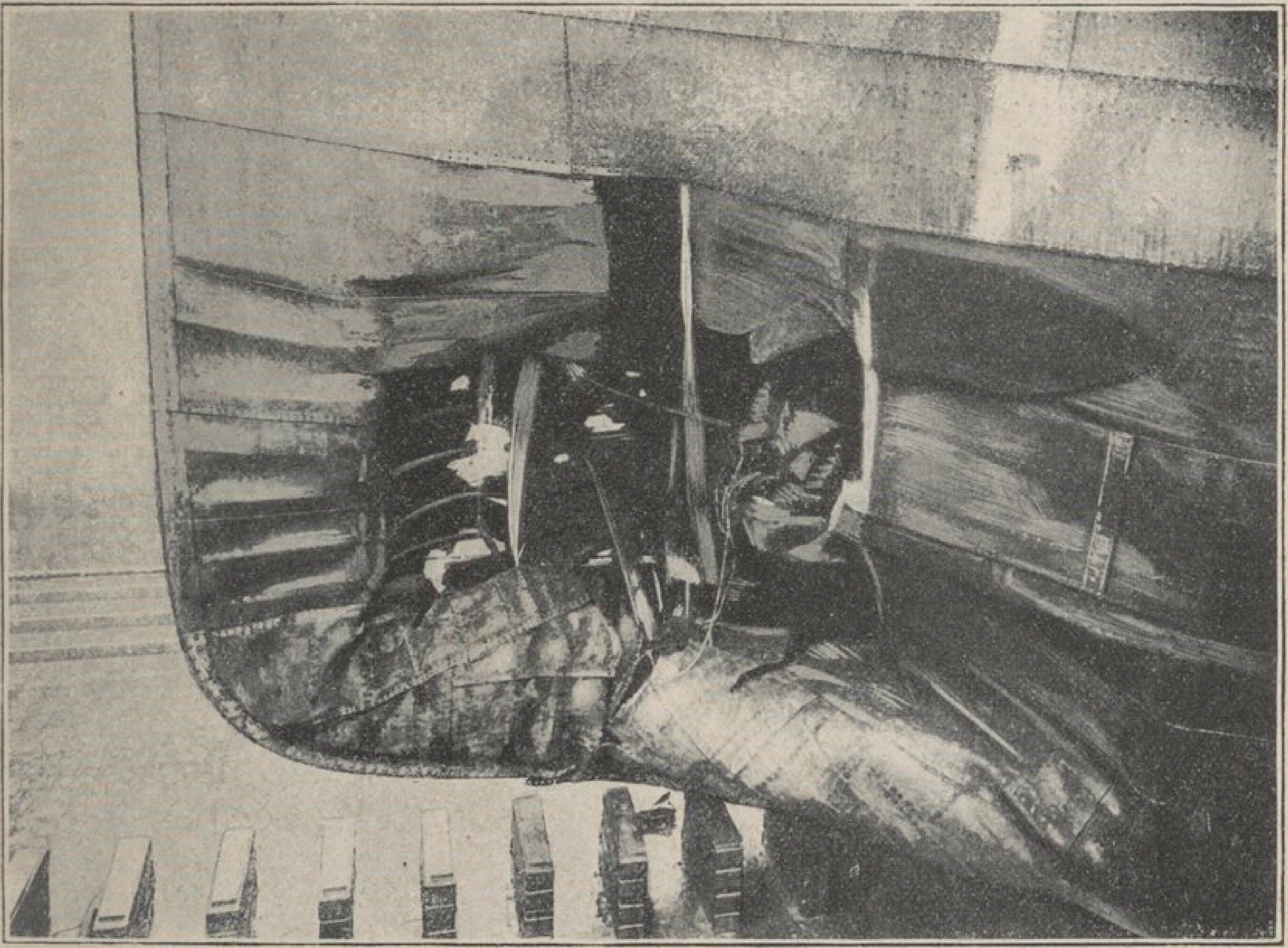
pendant cinq mois, temps que durèrent ses réparations, extrêmement importantes.

Le *Gulflight*, construit en 1914, à Camden (New-Jersey), par la New-York Shipbuilding C°, a une jauge brute de 4.591 tonnes et 117 mètres de longueur. Sa coque, établie suivant le système longitudinal Isherwood, avait surtout souffert dans les cales. Vingt-cinq tôles du bordé furent remplacées; dix autres, dérivées et redressées, purent être remises en place. On eut aussi à renouveler les couples transversaux de bâbord, et une partie de la quille, dans la région éprouvée par la collision, de même que le compartiment des pompes, le pont du gaillard d'avant, etc. Toutes les citernes furent soumises à une nouvelle épreuve hydraulique et l'on remit la tuyauterie en place après l'avoir démontée et réparée.

En décembre 1915, tout l'avant du *Cardiff Hall*, navire de 4.000 tonnes, mesurant 107 mètres de longueur, fut démoli par suite d'une collision avec un steamer postal. Réparé provisoirement dans un port de la Méditerranée, le cargo fut entièrement remis à neuf par MM. Thomas Diamond et C°, de Cardiff, qui eurent à remplacer tout le coqueron avant, le rouf, le pont du gaillard d'avant, le puits aux chaines, etc.

On pourrait multiplier à l'infini les exemples de navires ainsi *soignés* dans les chantiers qui sont pour eux de vrais hôpitaux, dont les chirurgiens sont des ingénieurs passés maîtres dans l'art des réparations.

Le personnel naviguant doit aussi connaître à fond les opérations de petite chirurgie permettant de réparer sur-le-champ des avaries qui peuvent paralyser en pleine mer les principaux organes d'un bâtiment : gouvernail, hélice, lignes d'arbres de couche, machines principales ou auxiliaires.



L'AVANT DU PÉTROLIER NORVÉGIEN « BELRIDGE » FRACASSÉ PAR UNE MINE

La rupture du gouvernail ou de ses supports est un accident grave qui affecte au plus haut point la sécurité de l'équipage et des passagers et qui doit être réparé d'urgence au prochain port d'escale. On a souvent à refaire, au moyen de cornières rapportées, un nouvel étambot ainsi que les charnières du gouvernail. La photographie que nous publions à la page suivante permet de se faire une idée à peu près exacte des réparations auxquelles donne lieu ce

genre d'accident très fréquent, qui peut affecter aussi le fonctionnement de l'hélice.

La perte totale ou partielle des organes de propulsion immobilise, au cours d'une traversée, les navires pourvus d'une seule hélice. Cette avarie étant presque impossible à réparer en mer, le navire doit gagner le prochain port à la voile ou s'y faire remorquer. Si une seule des branches de l'hélice a été perdue ou cassée, on coupe la feuille opposée de manière à rétablir la symétrie du propulseur et de l'effort moteur fourni par la machine.

Si le navire navigue sur lest, on peut tenter de poser une hélice de rechange en pleine mer, quand le temps est suffisamment beau. A cet effet, on inonde les water-ballast de l'avant et on vide ceux de l'arrière, de manière à faire sortir de l'eau la partie restante de l'arbre porte-hélice. Le nouveau propulseur, suspendu aux câbles des palans de chargement de la cale arrière est amené en place, et les mécaniciens peuvent chercher à le fixer au moyen de goupilles et de clavettes. C'est là une opération que l'on peut réussir grâce à un concours de circonstances heureuses, mais qui exige beaucoup d'habileté et surtout énormement de chance.

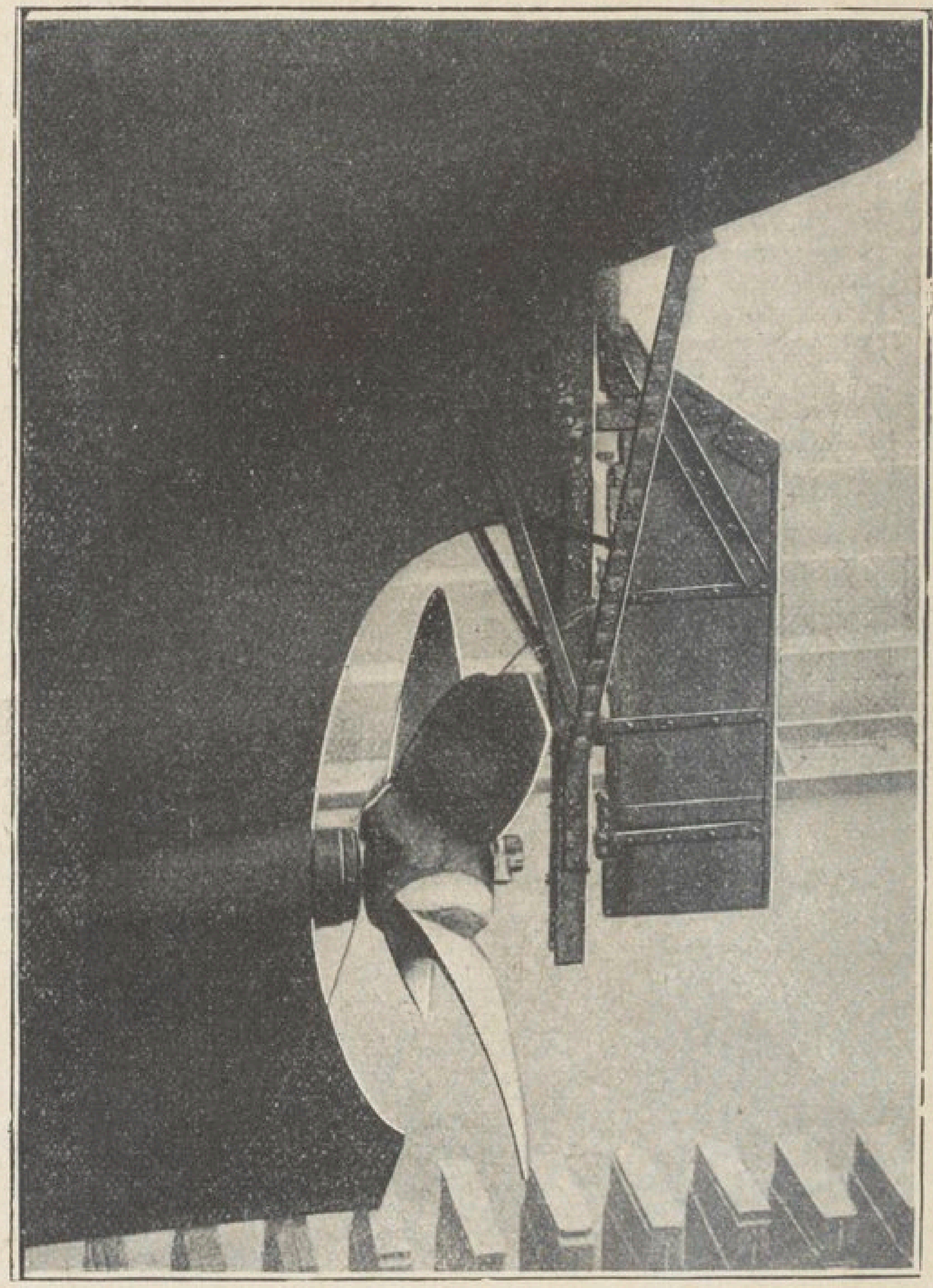


PHOTO D'UNE RÉPARATION DE GOUVERNAIL

Quand il survient une rupture dans les lignes d'arbres, on peut y remédier de diverses manières. Si la cassure se produit en biseau ou en sifflet, on peut souvent se contenter de percer deux trous traversant les moitiés d'arbres à réunir. On passe ensuite dans ces trous des boulons à longue tige dont on serre les écrous sur des rondelles s'appuyant à la surface de l'arbre. On peut ainsi réparer rapidement, et avec des moyens simples, des arbres de petit diamètre sur des embarcations de faible tonnage.

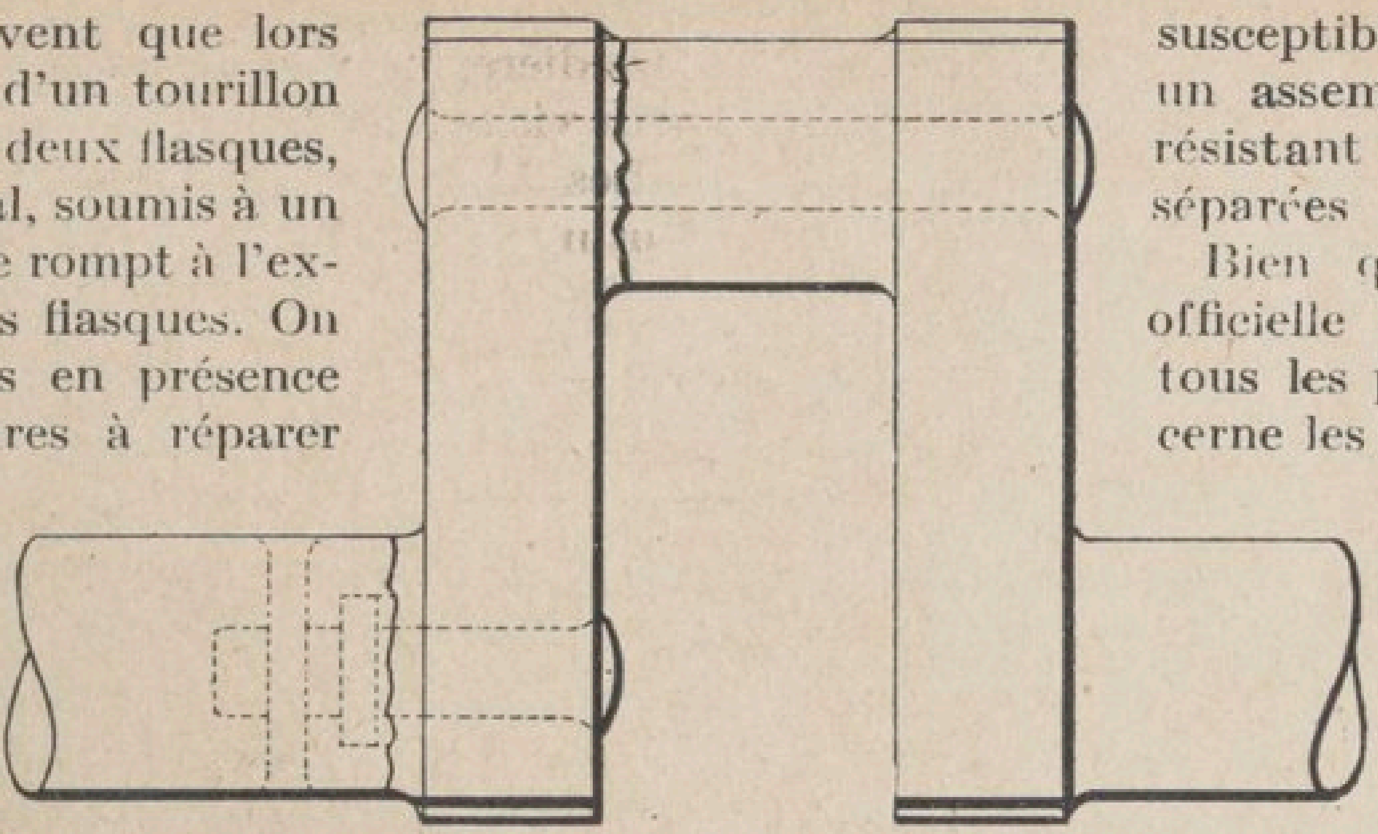
Quand il s'agit d'arbres d'assez fort diamètre dont le plan de cassure est perpendiculaire à l'axe, on prépare des morceaux de fer plat rectangulaires que l'on répartit sur la périphérie de la pièce cassée. On obtient ainsi de véritables *attelles* qui fonctionnent comme celles dont les chirurgiens se servent pour les fractures de membres. On les maintient en place par une série de colliers que l'on serre au moyen de boulons à écrous. On peut ainsi réparer des arbres de couche mis hors d'usage par plusieurs cassures voisines.

Quelquefois aussi, on pratique dans les deux parties de la pièce brisée des rainures parallèles à l'axe, dans lesquelles on enfonce à force des lardons métalliques taillés en forme de rectangles ou de queues d'aronde. Cette réparation, qui peut s'effectuer en mer, exige un ou plusieurs jours et permet de remettre le propulseur en marche, mais à vitesse réduite.

Les ruptures de manivelles motrices des machines principales peuvent occasionner des accidents particulièrement graves et causer l'immobilisation complète d'un cylindre ou même d'une ligne d'arbres.

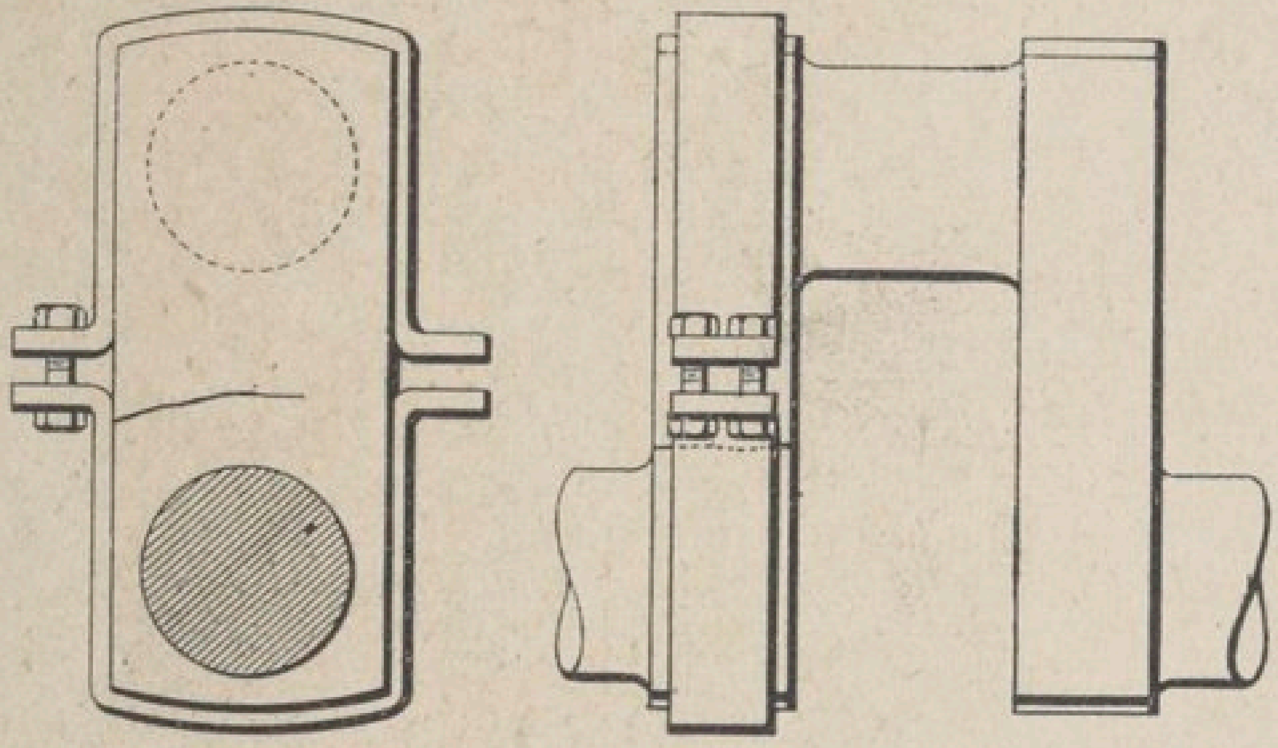
On peut, suivant les cas, réparer le coude cassé ou paralyser complètement le cylindre correspondant si la vapeur travaille dans la machine avec plusieurs expansions.

Il arrive souvent que lors de la rupture d'un tourillon de manivelle à deux flasques, l'arbre principal, soumis à un effort violent se rompt à l'extérieur d'un des flasques. On se trouve alors en présence de deux cassures à réparer ainsi que l'indique le croquis ci-contre. La fracture du haut se répare au moyen d'une broche en acier que l'on passe dans un trou pratiqué à travers les deux flasques et suivant l'axe du tourillon de manivelle. Quand la broche est en place, on en rive avec soin les deux extrémités. La cassure de l'arbre se répare de façon analogue, en enfonçant une broche d'acier dans un trou pratiqué à travers le flasque voisin, suivant l'axe de l'arbre cassé. La broche est rivée extérieurement et son autre extrémité est maintenue au moyen d'une goupille d'acier rivée à ses deux extrémités. Si une fissure se produit dans un flasque ou plateau de manivelle, on évite la rupture complète en entourant la pièce cassée avec des étriers de forme rectangulaire ou semi-circulaire, dont les deux moitiés sont réunies par des boulons d'une grande solidité.



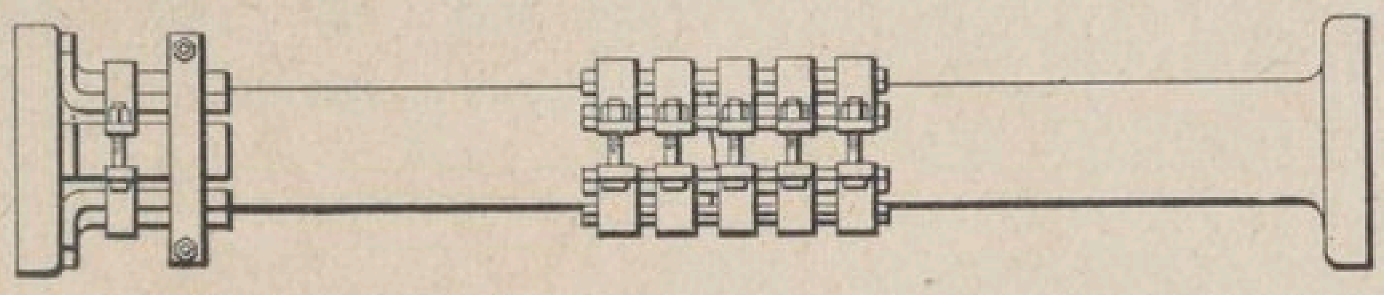
ARBRE MANIVELLE CASSÉ EN DEUX ENDROITS

Le tourillon de manivelle est maintenu par une broche d'acier rivée à ses deux extrémités. La cassure du bas est réparée au moyen d'un « prisonnier » rivé, retenu à l'intérieur par une goupille rivée et fraisée à ses deux extrémités.



RÉPARATION D'UN FLASQUE DE MANIVELLE

La fissure intéresse plus de la moitié de la largeur du flasque. Pour éviter la rupture complète, on a entouré la pièce cassée au moyen de deux étriers reliés par des boulons.



RÉPARATION D'UN ARBRE DE COUCHE BRISÉ

On voit facilement comment les deux fractures ont été provisoirement « réduites » au moyen d'attelles plates ou angulaires fixées par une série de colliers maintenus par des boulons.

La remise en état d'un arbre manivelle brisé peut aussi s'opérer en posant des vis susceptibles de maintenir dans un assemblage extrêmement résistant les diverses parties séparées par la cassure.

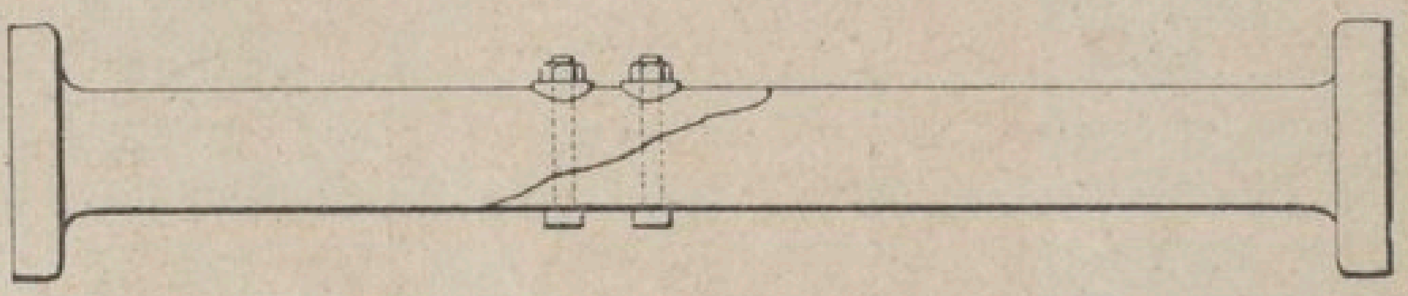
Bien qu'une surveillance officielle soit exercée dans tous les pays en ce qui concerne les conditions de fonctionnement des appareils évaporatoires en service sur les navires, il se produit encore de fréquentes explosions de chaudières qui, malheureusement, sont souvent pour le personnel l'occasion de sérieuses brûlures.

La mauvaise qualité des matériaux, l'exécution défectueuse du travail de construction des appareils, la négligence du personnel de conduite ou d'entretien, et leur extrême vétusté sont les principales causes des accidents auxquels donnent lieu les chaudières marines modernes.

Les conditions de fonctionnement de ces chaudières exigent une construction solide et soignée, car elles sont constamment exposées à des efforts anormaux provenant du déplacement de l'eau sous l'influence du roulis et du tangage, qui occasionnent aussi de fréquentes brûlures des ciels et des tôles de foyers tubulaires en acier.

La plupart des chaudières marines appartiennent au type cylindrique tubulaire à foyers multiples. Le diamètre et la longueur varient de 3 à 5 mètres.

Très souvent, l'explosion est provoquée par le manque d'eau, car les appareils d'alimentation automatiques, très rares sur les cargo-boats, n'existent guère que sur les paquebots à voyageurs appartenant à de grandes compagnies de navigation. Quand l'eau manque, les ciels de foyer rougissent rapidement ; ils s'affaissent et deviennent incapables de résister à la moindre pression.



RÉPARATION D'UN ARBRE FISSURÉ TRANSVERSALEMENT

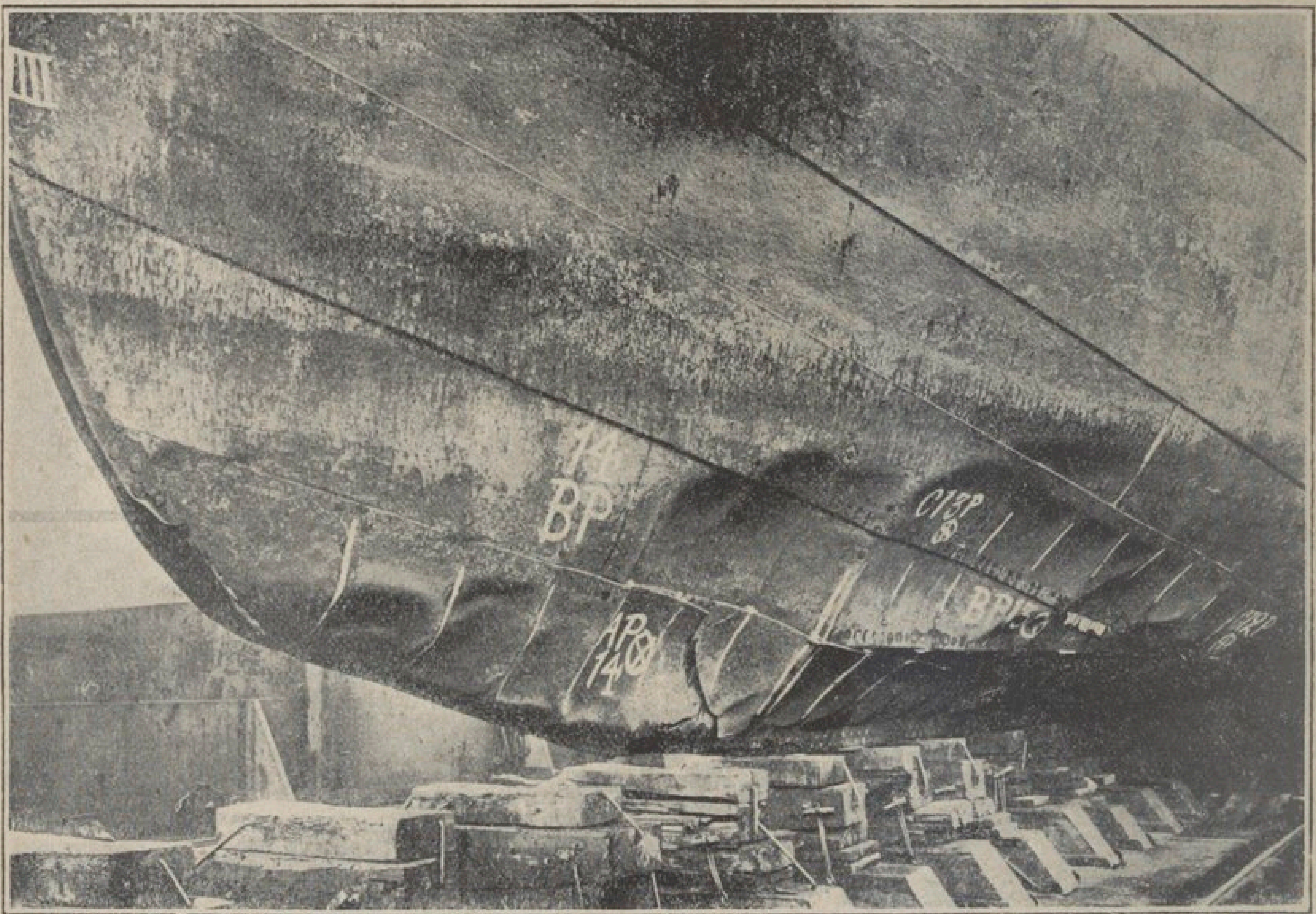
La cassure en biseau a permis de percer deux trous dans lesquels passent des boulons.

On doit, d'autre part, surveiller tous les éléments des chaudières en service pour constater, dès leur apparition, toutes les fissures qui peuvent s'y produire. C'est alors qu'intervient le chirurgien pour réparer de suite la partie malade. On procède, en général, pour le traitement des fissures, soit à la pose d'emplâtres de tôle rivés, soit au remplacement complet de la région intéressée.

Il est assez rare que ces réparations aient à être exécutées en mer, car le nombre des chaudières ne permet des arrêts périodiques pour visite qu'à bord des très grands navires.

Les accidents par suite de corrosions et d'usure exagérée des tôles sont très fréquents, malgré toutes les précautions prises ; ils sont surtout dus à la négligence des ouvriers chargés de procéder aux visites et quelquefois aussi à la disposition défectueuse de certains organes ou parties de chaudières que l'on ne peut examiner facilement, surtout en service.

On répare au moyen de morceaux de tôle rivés les tuyauteries de vapeur en acier ou en cuivre rouge, qui donnent lieu à de fréquentes ruptures, dangereuses pour le personnel.



COQUE DÉFONCÉE PAR UN ÉCHOUAGE SUR DES ROCHES

Grâce au double bordé des fonds, le navire n'a pas coulé, mais il a fallu remplacer quatre rangées de tôles.

On voit de quelle importance est pour les armateurs l'habileté professionnelle des mécaniciens à qui ils confient leurs navires, car toute immobilisation est pour le propriétaire la cause d'une perte importante.

Arsène MANDRON.

LA PROTHÈSE ET LA RÉÉDUCATION DES BLESSÉS MILITAIRES

Par le Professeur J. AMAR

DIRECTEUR DU LABORATOIRE DES RECHERCHES SUR LE TRAVAIL PROFESSIONNEL ET LA PROTHÈSE MILITAIRE

Depuis plus de deux ans que sa solution rationnelle est ajournée, le problème de la rééducation professionnelle des blessés militaires commence à revêtir un caractère de gravité alarmante. Jusqu'ici, en effet, aucune des autorités officielles constituées n'eut les moyens ni la compétence nécessaires pour le résoudre. Et ce furent les initiatives privées, abandonnées à l'empirisme, qui donnèrent la vie à un essaim d'ateliers, de petites écoles d'apprentissage, d'œuvres de placement. Mais pour diverses raisons, ces efforts devaient échouer, et l'entreprise dispersée de l'élan national aboutir à une complète stérilité. D'abord, le blessé ou le mutilé veut — et il a parfaitement raison — une *direction technique* qui examine ses capacités physiques et psychiques, qui apprécie, en connaissance de cause, sa valeur physiologique, avant de l'orienter professionnellement.

LE PROFESSEUR J. AMAR

Ce ne sont donc ni les contremaîtres d'ateliers, ni les généreuses personnes qui président aux œuvres d'apprentissage qui peuvent avoir qualité pour donner les conseils attendus. Et sans *orientation professionnelle* rigoureuse, c'est l'inconnu, c'est surtout le péril ; c'est, en pratique — et on l'a vu comme je l'avais prédit — l'exode des blessés que l'on croyait définitivement fixés dans les petits centres mis à leur disposition.

Une autre raison de l'échec constaté réside dans l'*appareillage prothétique* tardif ou défectueux. Qu'il s'agisse de paralysies de la main ou d'impotences siégeant aux grandes articulations; que l'on considère les petites mutilations ou enfin les amputations de bras, d'avant-bras, de cuisse, de jambe, les appareils étaient naguère tout à fait insuffisants. Ils ne répondaient pas, notamment, aux besoins du travail des mutilés. Heureusement, tout tend à s'améliorer, dans ces derniers mois, et, je l'espère, nous marchons vers un avenir de méthode, de science et d'entente. La rééducation des blessés est une seule et même question ; en elle se succèdent et se relient intimement la *physiothérapie*, la *prothèse* et la *rééducation professionnelle*, auxquelles s'ajoute le *placement* comme sanction, je dirais plus exactement comme *but social* de cette coordination salutaire.

Le sous-secrétariat d'Etat du Service de Santé s'est attaché à constituer des centres de physiothérapie auxquels rien ne manque de ce qui pourrait profiter aux blessés. Et je tiens pour décidée l'*organisation de la rééducation*, suivant le programme que j'avais formulé dans un rapport de novembre 1914, et à l'Académie des Sciences (1), et dont j'essaierai de donner ici les grandes lignes. Le lecteur m'excusera de passer rapidement sur ce sujet capital, encore qu'il me passionne. Il le trouvera longuement exposé, dans la pleine lumière des faits et le relief des illustrations, en consultant le livre publié récemment par moi (2). J'en détache quelques fragments, qui expliquent la matière traitée et définissent les principes que l'expérience a fait triompher, me conformant ainsi à l'esprit même de *la Science et la Vie*.

(1). *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, avril 1915.

(2). Jules Amar, *Organisation physiologique du travail*, grand in-8° de XX. — 375 pages et 134 fig.; préface de Henry Le Chatelier, de l'Académie des Sciences, (Dunod et Pinat, éditeurs, Paris).

La première période, dans l'organisation indiquée, est celle de la *rééducation fonctionnelle*, qui ressortit au service de physiothérapie. Les instruments et appareils qu'elle emploie, tant pour les impotents que pour les mutilés, sont peu nombreux. Ce sont :

Le *Cycle ergométrique*, avec un frein qui règle la résistance opposée aux mouvements des jambes sur les pédales, des bras sur la manivelle ou des moignons sur la gouttière ;

Le *Chirographe*, pour rééduquer les doigts et le poignet, en suivant une progression quant à l'effort et au rythme des contractions ;

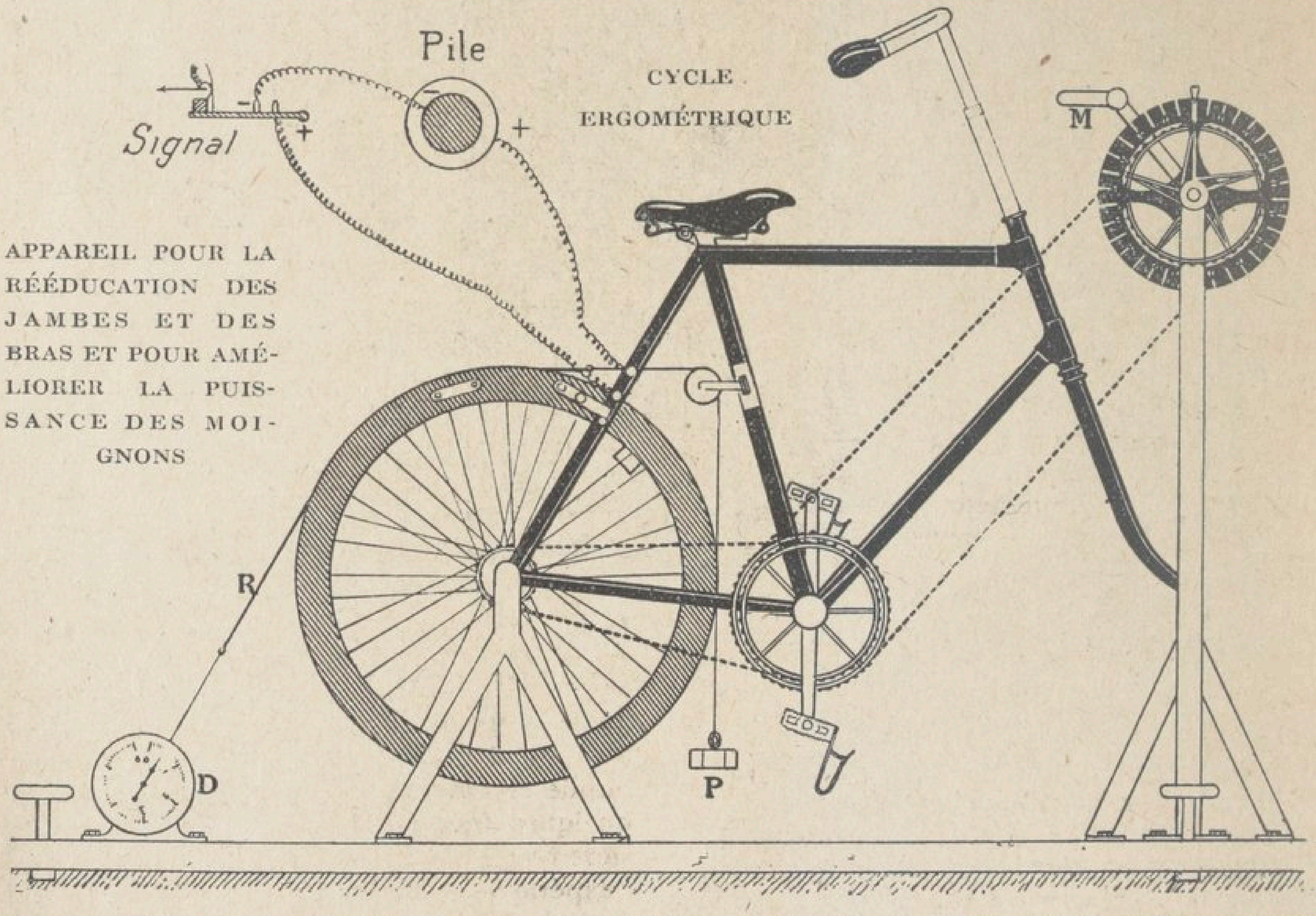
La *Poire dynamographique*, enfin, grâce à laquelle on obtient l'assouplissement le plus efficace des tendons et fibro-cartilages de la main. La résistance est assurée par la compression de l'air contenu dans la poire au moyen d'une petite pompe à bicyclette. Les déplacements d'un flotteur à mercure enregistrent les contractions musculaires. En graduant convenablement cette rééducation, on s'efforce à rétablir la mobilité normale des articulations, la solidarité des muscles et l'activité humorale réparatrice. La puissance motrice des organes en est accrue avec une assez grande rapidité.

Les impotences ainsi traitées s'améliorent vite et ne laissent, dans la plupart des cas, subsister aucune gêne. Il convient de pratiquer, après les séances, un *massage* intelligent qui consolide les progrès acquis.

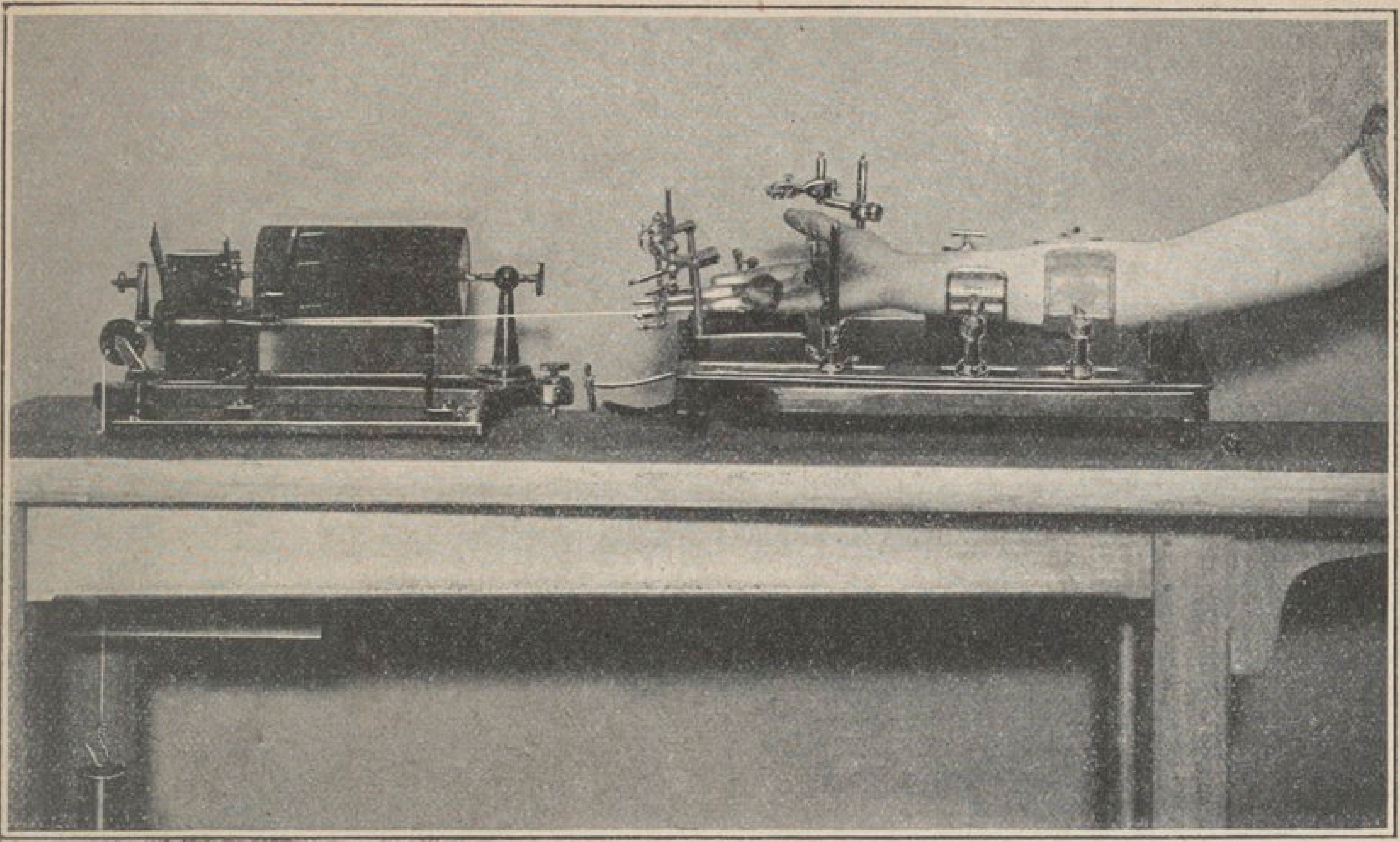
A titre d'exemple, je citerai ce soldat atteint d'une ankylose à peu près complète de l'épaule droite résultant d'une blessure par balle ; le bras se trouvait collé le long du corps. Au bout de trois mois de traitement, l'épaule acquit une mobilité suffisante et l'intéressé était en état de reprendre au Métropolitain son métier de contrôleur.

Pour les impotents de membre inférieur, le danger réside dans l'usage des *béquilles*, qui entraîne fréquemment certaines formes de paralysies de la main en comprimant les nerfs sous l'aisselle (*paralysie des béquillards*).

Le modèle de *Béquille physiologique*, que j'imaginai, évite ce grave inconvénient, et favorise la reprise graduelle de la locomotion. La crosse pose latéralement sur des ressorts, calculés en vue d'amortir les chocs et de faire basculer la masse du corps : d'où accélération du mouvement de propulsion, et diminution de la compression axillaire. En outre, l'instrument pos-



La roue arrière est un volant dans la gorge duquel frotte un ruban d'acier R. *On règle la résistance ainsi offerte, et qui est indiquée par un dynamomètre* D, *en suspendant des poids appropriés au plateau* P. *La cadence des mouvements est donnée par un métronome sur lequel on règle le tic-tac du volant au passage de la fourche, tic-tac indiqué par un signal électrique. Le blessé, suivant le traitement prescrit, pédale ou tourne la manivelle* M.



CHIROGRAPHE POUR RÉÉDUQUER PROGRESSIVEMENT LES DOIGTS ET LE POIGNET

L'avant-bras est fixé dans des demi-bracelets et les doigts le sont dans de petits dés disposés en arc de cercle, sauf celui que l'on veut rééduquer. Celui-ci travaille à soulever un poids au bout d'un fil. Le métronome donne la cadence des flexions et extensions, lesquelles s'inscrivent automatiquement sur le cylindre enregistreur que l'on voit à gauche de la photographie.

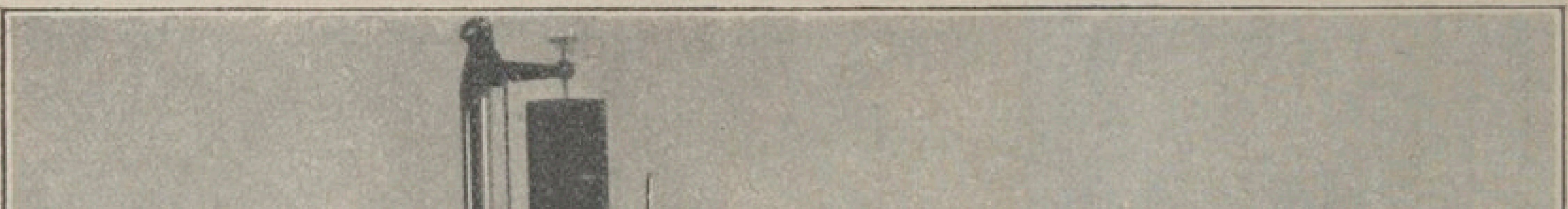
sède une traverse qui se déplace à volonté, dont l'excursion est de 9 centimètres, et un quillon formé de deux tubes qui, en coulissant, assurent le réglage de la béquille à la taille du sujet. Simple, pratique et très résistant, ce modèle extensible remplit les conditions physiologiques à exiger de toute béquille, les conditions mécaniques étant réalisées par tous les modèles, mais jamais par une *canne*, quelle qu'elle soit. Il conduit le blessé, par étapes successives, à demander de moins en moins la stabilité de son corps au double appui des aisselles, et à faire travailler les muscles des membres, sans fatigue, comme j'ai pu m'en assurer. Les progrès de cette rééducation locomotrice sont suivis à la faveur d'un dispositif qui enregistre toutes les phases du *pas*. Le *trottoir dynamographique* réalise ce but, et celui de contrôler les avantages ou défauts des jambes artificielles. On ne saurait s'étendre à son sujet dans un article nécessairement court.

C'est encore au double point de vue de la prothèse et de la physiologie que l'on doit envisager la rééducation fonctionnelle des *mutilés*. Comment améliorer la puissance d'un moignon? Dans quelles proportions cette puissance varie-t-elle avec la longueur? Toutes questions capitales qu'il a fallu traiter par la voie expérimentale. Au cours de ces laborieuses recherches, je m'aperçus que les effets de l'amputation se manifestent par une dégénération musculaire et nerveuse, qui affaiblit considérablement le moignon, et par des *troubles de la sensibilité*. Ces derniers phénomènes sont connus de tous les mutilés, à raison du « fourmillement » spécial qui les accompagne et qui produit l'*illusion* du membre absent. L'amputé de bras sentira sa *main* fantôme ; il n'aura jamais la sensation de son avant-bras ; il en est de même pour le membre inférieur. L'analyse scientifique m'a permis de comprendre et de définir ce complexe de faits, après quoi il devient aisé de combattre la dégénération des moignons et d'entreprendre leur *éducation sensitive*. Une telle méthode a une vertu propre d'abord, au sens rigoureux du mot : elle répond à une tâche difficile. Elle est aussi singulièrement bienfaisante quand il s'agit des *mutilés aveugles*. Fortifier leurs pauvres bras, dont ils eussent espéré un guide dans les ténèbres de leur existence, perfectionner le sens du toucher dans une telle mesure qu'il puisse intervenir pour gouverner les membres artificiels et suppléer, si peu que ce soit, les yeux à jamais éteints. Voilà ce que les procédés de la science ont fait entrer dans

le domaine de la réalité, domaine vaste et fécond que je n'ai pu aborder sans une angoisse profonde et un pieux respect.

Les mêmes conceptions ont présidé à l'étude et à la construction des appareils de prothèse. Nées en France, la prothèse et l'orthopédie sont loin d'y avoir suivi la brillante carrière qu'elles méritaient, et qu'il faut, aujourd'hui, leur faciliter, pour donner son essor à une industrie nécessaire, hélas ! pendant un grand nombre d'années. Fontenelle raconte qu'un prêtre, le Père Sébastien, excella de son temps dans cet art mécanique précieux. Sur sa réputation, un gentilhomme suédois vint même à Paris lui redemander, pour ainsi dire, ses deux mains, qu'un coup de canon lui avait emportées : comme il ne lui restait que deux moignons au-dessous des coudes, il s'agissait donc de faire deux *mains artificielles* commandées par lesdits moignons, dont le mouvement serait transmis à des doigts flexibles grâce à des fils appropriés. Le Père Sébastien ne s'effraya pas de la tâche et présenta, dit-on, des essais intéressants à l'Académie des Sciences.

Je vais me contenter de décrire brièvement quelques modèles d'appareils prothétiques, soit du membre inférieur, soit du membre supérieur, tels qu'ils ont été établis, définis et recommandés par notre *Cahier des Charges*. Je dois déclarer, à ce propos, qu'il arrive quelquefois qu'un appareil vendu à un particulier soit conforme à ce Cahier des Charges, sans donner satisfaction à l'intéressé. C'est qu'il y a deux choses distinctes en matière orthopédique : d'une part, le type d'appareil, son plan, son architecture ; et, d'autre part, l'application sur la personne. En général, nos indications et nos dessins sont respectés, et nous faisons tout le nécessaire à cet effet. Mais l'application anatomo-plastique suppose des ouvriers compétents, ayant subi un apprentissage technique très complet. Où sont-ils? Quelles mesures ont été prises dans ce sens? Le Laboratoire de prothèse s'est employé de son mieux à réaliser cette organisation de la main-d'œuvre et de l'industrie orthopédiques. Il a, surtout, entrepris de montrer aux fabricants les avantages et les défauts de leurs modèles, afin de stimuler et de féconder leur esprit inventif. Les instruments de contrôle, que j'ai créés dans ce but, permettent d'enregistrer sur une feuille de papier les mouvements,



POIRE DYNAMOGRAPHIQUE POUR ASSOUPLIR LES TENDONS ET FIBRO-CARTILAGES DE LA MAIN

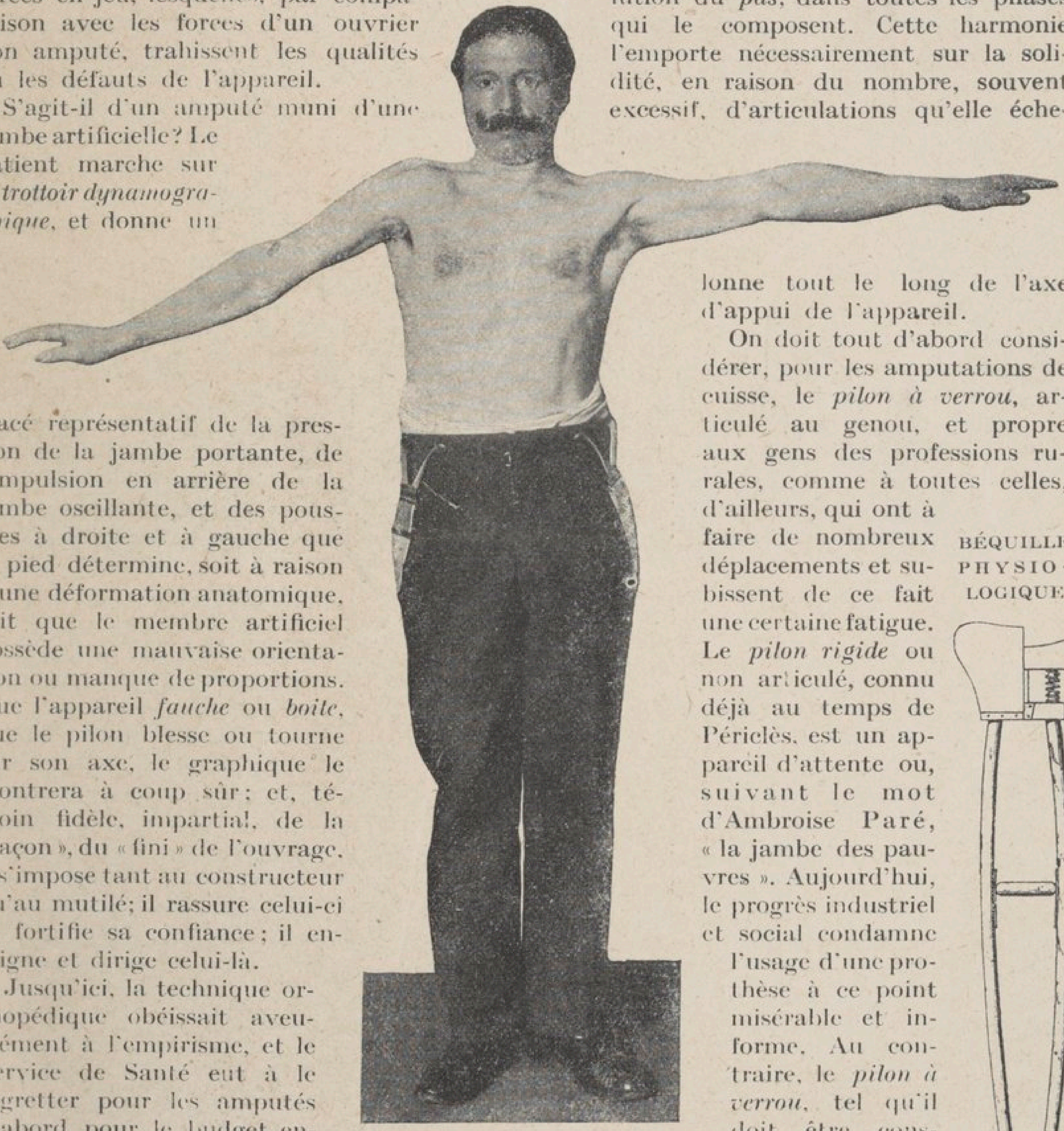
La poire oppose à la main qui la presse une résistance produite par l'air insufflé au moyen d'une petite pompe de bicyclette. Les valeurs des pressions s'inscrivent automatiquement sur un tambour, sous l'effet de l'air refoulé qui agit sur un flotteur à mercure relié à un style

les efforts, que produit une personne qui travaille au moyen d'un outil particulier ou marche sur un plancher.

S'agit-il d'un ouvrier limeur? On le voit agir sur une *lime dynamographique* avec un bras artificiel, dont nous parlerons plus loin : et la lime fournit l'inscription de toutes les forces en jeu, lesquelles, par comparaison avec les forces d'un ouvrier non amputé, trahissent les qualités ou les défauts de l'appareil.

S'agit-il d'un amputé muni d'une jambe artificielle? Le patient marche sur le *trottoir dynamographique*, et donne un tracé représentatif de la pression de la jambe portante, de l'impulsion en arrière de la jambe oscillante, et des poussées à droite et à gauche que le pied détermine, soit à raison d'une déformation anatomique, soit que le membre artificiel possède une mauvaise orientation ou manque de proportions. Que l'appareil *fauche* ou *boite*, que le pilon blesse ou tourne sur son axe, le graphique le montrera à coup sûr; et, témoin fidèle, impartial, de la « façon », du « fini » de l'ouvrage, il s'impose tant au constructeur qu'au mutilé; il rassure celui-ci et fortifie sa confiance; il enseigne et dirige celui-là.

Jusqu'ici, la technique orthopédique obéissait aveuglément à l'empirisme, et le Service de Santé eut à le regretter pour les amputés d'abord, pour le budget ensuite. Espérons que cette crise sera bientôt conjurée, et revenons aux appareils.

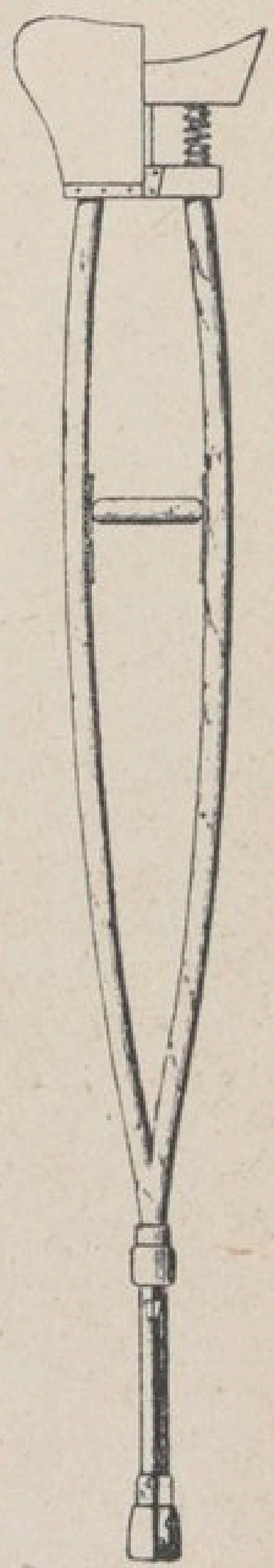


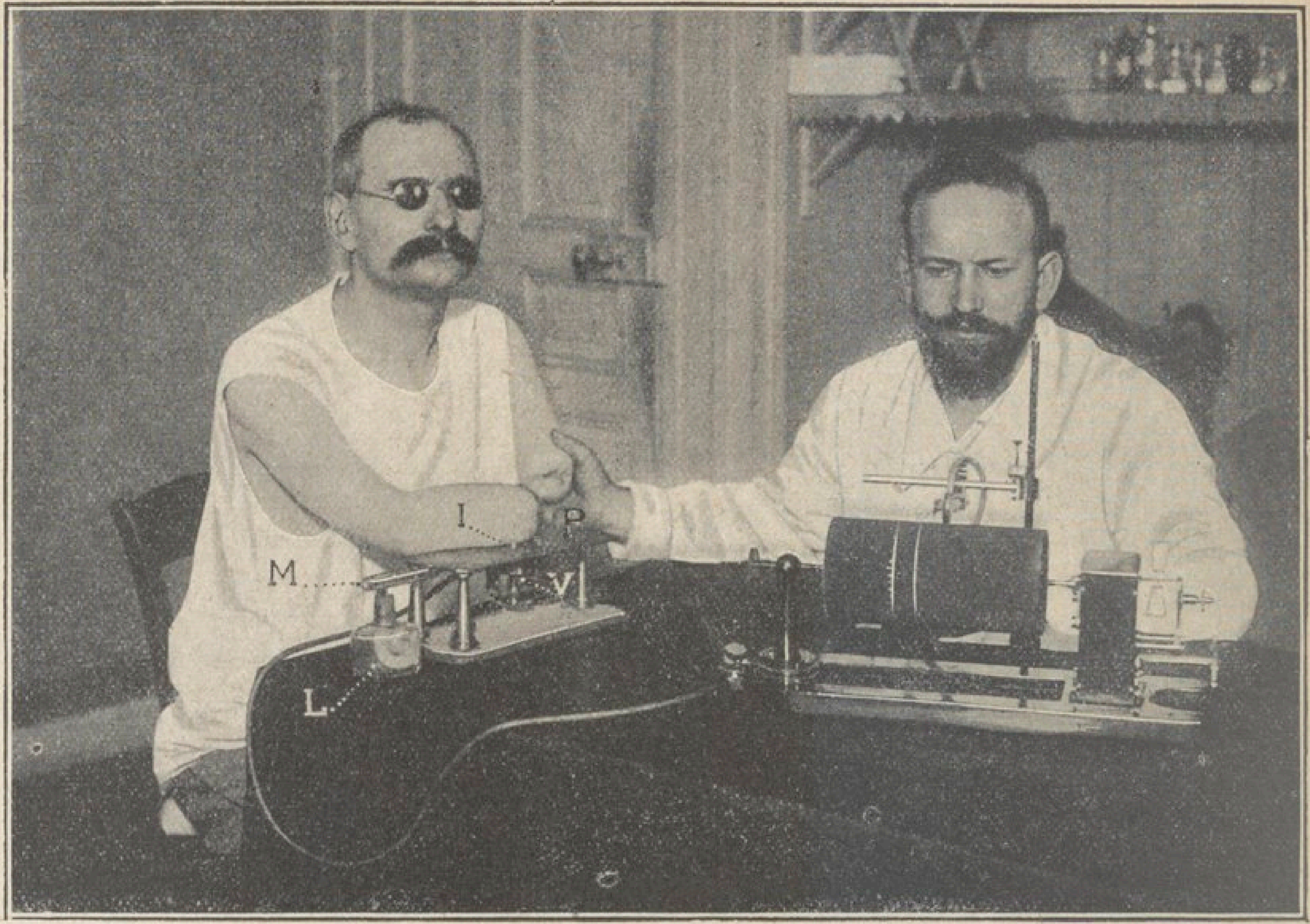
ANKYLOSE D'ÉPAULE APRÈS TROIS MOIS DE RÉÉDUCATION FONCTIONNELLE

La prothèse du membre inférieur est une *prothèse de force*, simple ou nuancée d'après les modèles que l'on se propose d'obtenir. Simple s'il s'agit d'appareiller des personnes fatigant beaucoup et désireuses de posséder bien plus un appui solide qu'un membre artificiel véritable. Généralement, on ne cherche pas à réaliser, dans ce cas, des *pas réguliers*. On adopte le mode de locomotion avec *pilon*, soit rigide, soit articulé, très analogue à la locomotion sur échasses. Les modèles les plus compliqués sont les *jambes dites artificielles*, dont la disposition imite celle du membre inférieur pour assurer l'évolution du *pas*, dans toutes les phases qui le composent. Cette harmonie l'emporte nécessairement sur la solidité, en raison du nombre, souvent excessif, d'articulations qu'elle échelonne tout le long de l'axe d'appui de l'appareil.

On doit tout d'abord considérer, pour les amputations de cuisse, le *pilon à verrou*, articulé au genou, et propre aux gens des professions rurales, comme à toutes celles, d'ailleurs, qui ont à faire de nombreux déplacements et subissent de ce fait une certaine fatigue. Le *pilon rigide* ou non articulé, connu déjà au temps de Périclès, est un appareil d'attente ou, suivant le mot d'Ambroise Paré, « la jambe des pauvres ». Aujourd'hui, le progrès industriel et social condamne l'usage d'une prothèse à ce point misérable et informe. Au contraire, le *pilon à verrou*, tel qu'il doit être construit, offre de notables avantages sur le précédent. Sa description détaillée ne saurait trouver place dans ce bref résumé. Il importe, toutefois, de signaler qu'il permet de s'asseoir grâce à la commande du verrou, lequel est tiré par un gland fixé à l'extrémité d'une corde à boyau, et revient

BÉQUILLE PHYSIOLOGIQUE





ÉDUCATION SENSITIVE D'UN AVEUGLE AMPUTÉ DES DEUX BRAS

Cette éducation s'opère à l'aide de la platine esthésiographique Amar ; M, *manche que l'on chauffe au moyen de la lampe à alcool* L *pour donner à la platine* P *la température des moignons ;* I, *pointe en ivoire dont l'affleurement au-dessus de* P *est graduellement diminué, à l'aide de la vis* V, *au fur et à mesure que les sensations tactiles des moignons du blessé s'améliorent.*

à sa position première sur rappel d'un tracteur élastique. Ajoutons que le bois du *quillon* se termine par un sabot de 7 centimètres de diamètre, avec une semelle de cuir clouée ; la surface externe du sabot est convexe, à rayon de 0 m. 90 (longueur moyenne du membre inférieur). Entre la semelle et le bois, on place une rondelle de caoutchouc. Pour les travaux de la campagne, le quillon aura un sabot de 12 centimètres de diamètre, et fait exactement sur le modèle du précédent. Si le temps est humide ou le sol détrempé, la semelle sera graissée pour éviter les phénomènes d'*adhérence* analogues à ceux qui se produisent, par exemple, dans le tire-pavés.

Les principes de la prothèse scientifique enseignent que les appareils du type pilon possèdent une faible inertie, une grande sûreté d'appui, et causent un minimum de fatigue dans la marche. A ce dernier point de vue, il est plus pénible de *faucher* que de *boiter* légèrement avec un quillon trop court. La figure page 542 montre aussi la *jambe de parade*, à porter les jours de fête, quand on n'a point à marcher beaucoup. Elle se visse sur le cuissard à la place du quillon, que maintenait une clavette. Tel qu'il vient d'être décrit, le pilon à verrou s'applique bien à tous les moignons de cuisse qui ont plus de 5 centimètres de bras de levier réel. On adopte différentes sortes de ceintures de soutien quand les moignons sont courts

Mais c'est aux « jambes artificielles » qu'ont recours la plupart des ouvriers, les employés de bureaux, les personnes exerçant une profession libérale, tous ceux, en un mot, qui doivent sacrifier à l'esthétique et à la montre. La jambe artificielle, munie d'un pied articulé, rétablit la *marche* dans une mesure à *peu près* normale, tout à fait si le sujet est amputé bas au-dessous du genou, et s'il n'existe pas d'ankylose à cette articulation extrêmement importante.

De nombreux modèles, construits en cuir, en bois, en fibre, ont essayé de reproduire tel ou tel des éléments physiologiques de la marche. *Il n'en est point de parfaitement rationnels.* Les *modèles américains*, perfectionnés au cours des années qui ont suivi

la *Guerre de Sécession* (1860-1865), ont semblé parfois très avantageux. En réalité, ces appareils sont copiés les uns sur les autres, et demeurent fidèles à des règles de fabrication qui sont loin d'être bonnes. Le *pied y est trop lourd* et son excursion mal calculée ; *le genou, trop lâche,* manifeste par des chocs et des impulsions saccadées l'inertie considérable de la jambe ; les articulations elles-mêmes ne sont pas correctes ni à leur vraie place. L'amputé reste donc exposé à une flexion accidentelle des genoux, c'est-à-dire à des chutes. Ces défauts sont assez graves pour me dispenser d'insister sur l'*insuffisante fixation* par simples bretelles, la mauvaise conformation des cuissards qui n'épousent pas la surface d'appui des moignons, la sonorité du bois qui fait boîte de résonnance, sa fragilité enfin. De rares modèles m'avaient montré, cependant, à l'expertise, des qualités appréciables. Mais, en général, les jambes américaines ne m'ont pas donné toute la satisfaction désirable.

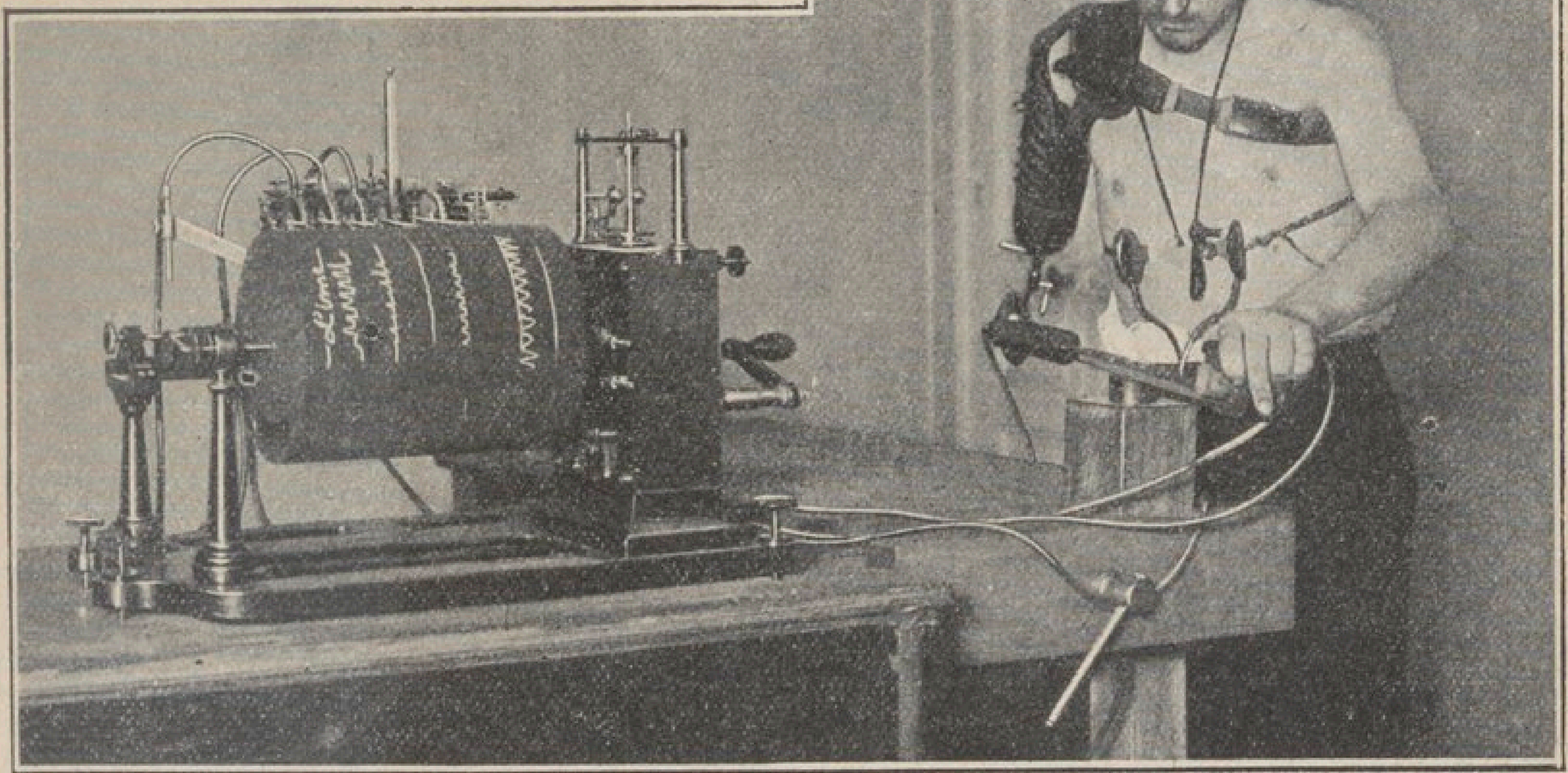
Dans notre Cahier des charges, nous avons adopté une *jambe française,* en cuir consolidé par des montants d'acier. Je me hâte de dire que si elle est supérieure à celles qui se fabriquaient naguère, de notables perfectionnements l'attendent encore. Son cuissard est semblable à celui du pilon à verrou, sauf à l'endroit du genou où l'articulation devient *libre* (fig. page 542). Un tendeur élastique, dissimulé intérieurement, permet d'augmenter à volonté la résistance à la flexion et d'éviter les chutes. L'équilibre du genou est complété par un tracteur inséré sur le cuissard et la jambière. Quant au pied, il se fait tantôt en bois avec articulation d'avant-pied, tantôt cette partie terminale est en feutre, lequel, léger et souple, dispense de toute articulation. Une ceinture et une paire de bretelles maintiennent solidement tout l'appareil et l'empêchent de quitter le moignon du glorieux mutilé.

A l'heure actuelle, il est possible de construire un pilon à verrou d'un poids maximum de 2 k. 600 et une jambe artificielle de 3 k.200 Mais il s'impose à nos orthopédistes de poursuivre l'allègement de ces appareils, qui, en aucun cas, ne devraient peser plus de 2 kilos. Cette importante question est également à l'étude à mon laboratoire.

A tout moignon de jambe supérieur à 7 centimètres, on applique un appareil du modèle des *jambes tibiales,* numérotées 1, 2 et 3 suivant la longueur du moignon. Il n'y a pas lieu de nous étendre sur leur description.

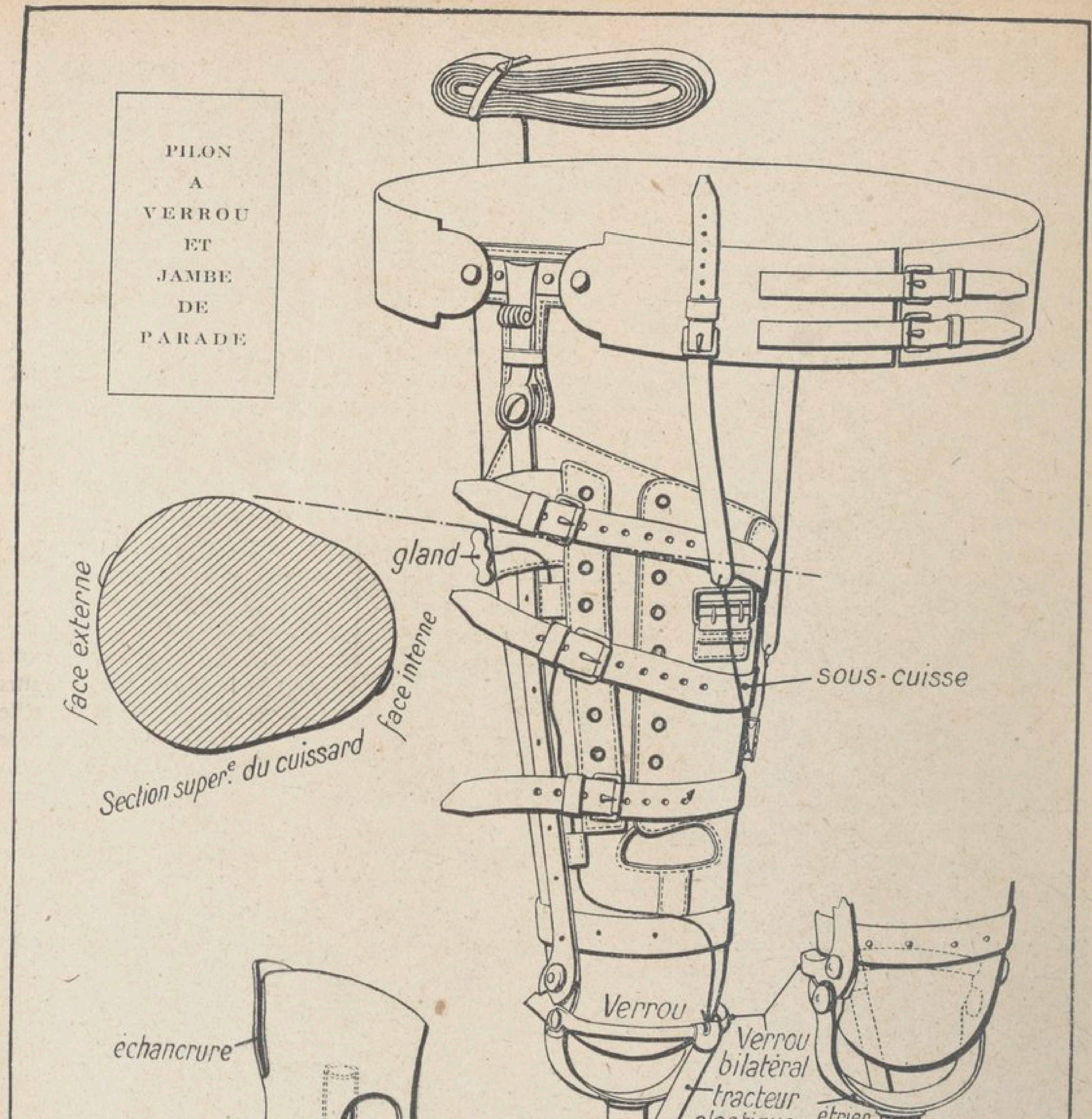
La prothèse du membre supérieur est plus difficile que celle du membre inférieur. Elle fut longtemps négligée parce que considérée comme irréalisable par les professionnels.

Les anciennes tentatives, celles de Laurent (XV^e siècle), mentionnées par Paré, celles du Père Sébastien au XVIII^e siècle, du



LA LIME DYNAMOGRAPHIQUE PERMET D'APPRÉCIER EN TOUTE SURETÉ LES QUALITÉS OU LES DÉFAUTS DU BRAS ARTIFICIEL DONT EST MUNI LE MUTILÉ ET LE DEGRÉ D'INCAPACITÉ DE TRAVAIL DE CE DERNIER

PILON A VERROU ET JAMBE DE PARADE

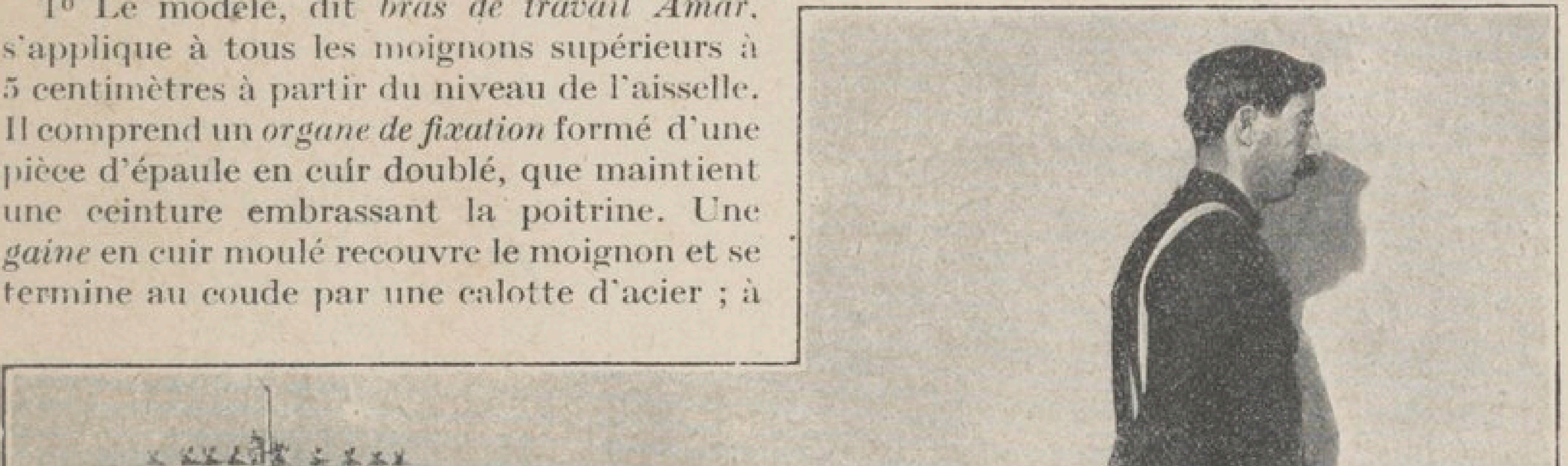


Ce pilon convient tout particulièrement aux amputés se livrant à un travail quotidien qui les oblige à marcher et à rester longtemps debout. Les jours de repos, le quillon est remplacé par la jambe artificielle dite jambe de parade.

comte de Beaufort au XIXe siècle, ne furent nullement encourageantes. A vrai dire, nos recherches ont montré que l'entreprise n'était pas au-dessus des ressources de la mécanique et de la physiologie, intelligemment comprises et habilement appliquées. C'est ainsi que nous avons pu établir le *véritable bras de travail*, dès juillet 1915 ; il convient de préférence aux métiers de force, car il est simple, pratique, en même temps que robuste. D'autre part, un orthopédiste, M. Cauet, a poursuivi, sous notre direction et sur nos conseils, l'établissement du *bras mécanique* qui porte son nom. C'est un bras entièrement articulé et à *commande automatique*, destiné aux professions libérales ou bien aux amputations graves.

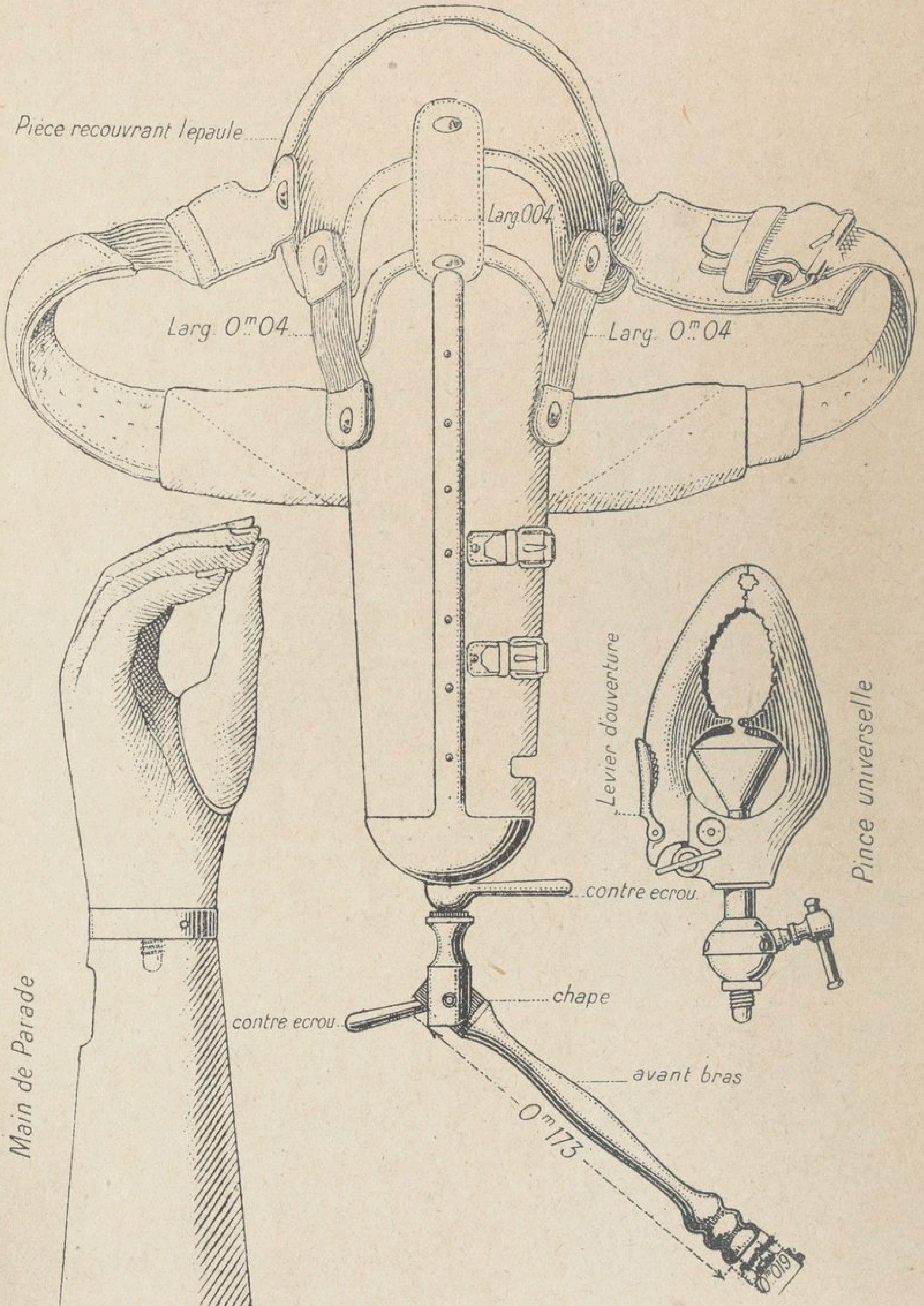
Ces deux modèles, dont l'emploi est devenu fréquent, méritent au moins une rapide description (figures aux pages 544 et 546).

1° Le modèle, dit *bras de travail Amar*, s'applique à tous les moignons supérieurs à 5 centimètres à partir du niveau de l'aisselle. Il comprend un *organe de fixation* formé d'une pièce d'épaule en cuir doublé, que maintient une ceinture embrassant la poitrine. Une *gaine* en cuir moulé recouvre le moignon et se termine au coude par une calotte d'acier ; à l'autre extrémité, trois *pattes* la rattachent à la pièce d'épaule, celle du dos étant élastique pour ne point brider les mouvements. C'est sur la cupule métallique que se monte l'*avant-bras*, simple tige d'acier, d'une forme qui garantit une grande résistance sous un poids relativement faible, et qui s'articule à chape pour donner toutes les flexions désirables. D'autre part, un contre-écrou oriente l'avant-bras dans le plan que l'on préfère, soit pour travailler, soit pour parader. En vue du travail, le bras peut recevoir la *pince universelle*, l'*anneau universel*, le simple crochet. J'ai voulu que ces organes se complètent pour satisfaire à tous les exercices. De fait, ils répondent à ce *desideratum*. La pince est *à commande automatique* ; un excentrique la ferme énergiquement ; elle sert à soutenir ou à guider la plu-



TROTTOIR DYNAMOGRAPHIQUE AMAR POUR L'EXPERTISE DES JAMBES ARTIFICIELLES

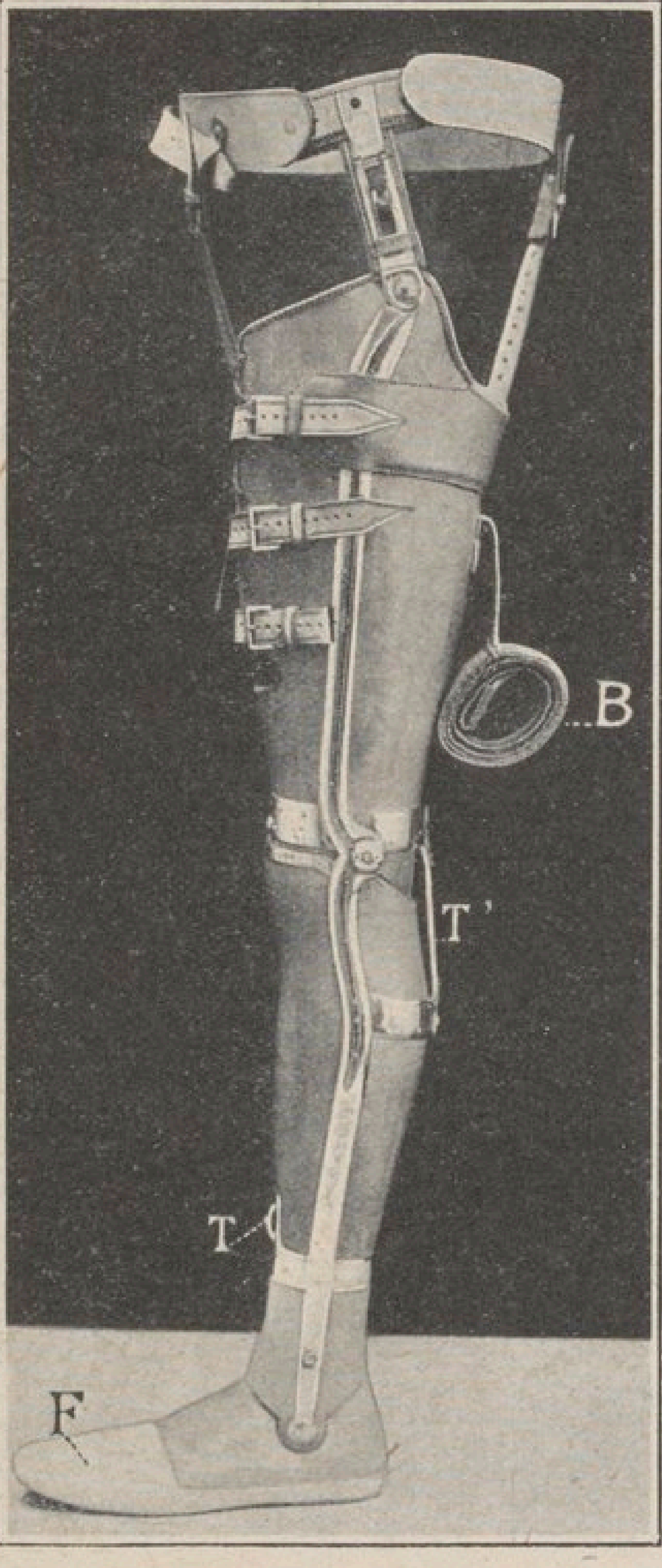
L'appareil comporte deux parties symétriques pour jambe saine et jambe artificielle, qui comprennent chacune un dispositif à leviers et ressorts servant à transmettre les forces développées par les deux marches à des tambours qui les inscrivent sur un cylindre. Il y a quatre forces par jambes, soit huit en tout, et on obtient, en outre, l'inscription du temps.



BRAS DE TRAVAIL AMAR

part des outils, en les orientant, grâce à sa *rotule*, dans la direction la plus commode. L'anneau universel se fixe sur l'avant-bras au moyen d'une tête qui permet de l'immobiliser en tournant une manette, ou — ce qui est précieux pour les cultivateurs — de lui laisser la liberté de tourner sans échapper, par l'artifice d'une petite *gorge*. Le *crochet* remplit un rôle facile à comprendre. On l'adapte sur la même tête que l'anneau.

Quand il a cessé son travail, l'homme qui porte un bras de ce genre remplace la pince par la *main de parade*; il possède alors un appareil non dépourvu d'esthétique, léger et facile à manœuvrer. Des dispositifs, sur lesquels il ne m'est pas permis d'insister, rendent le bras de travail applicable aux amputations les plus variées.



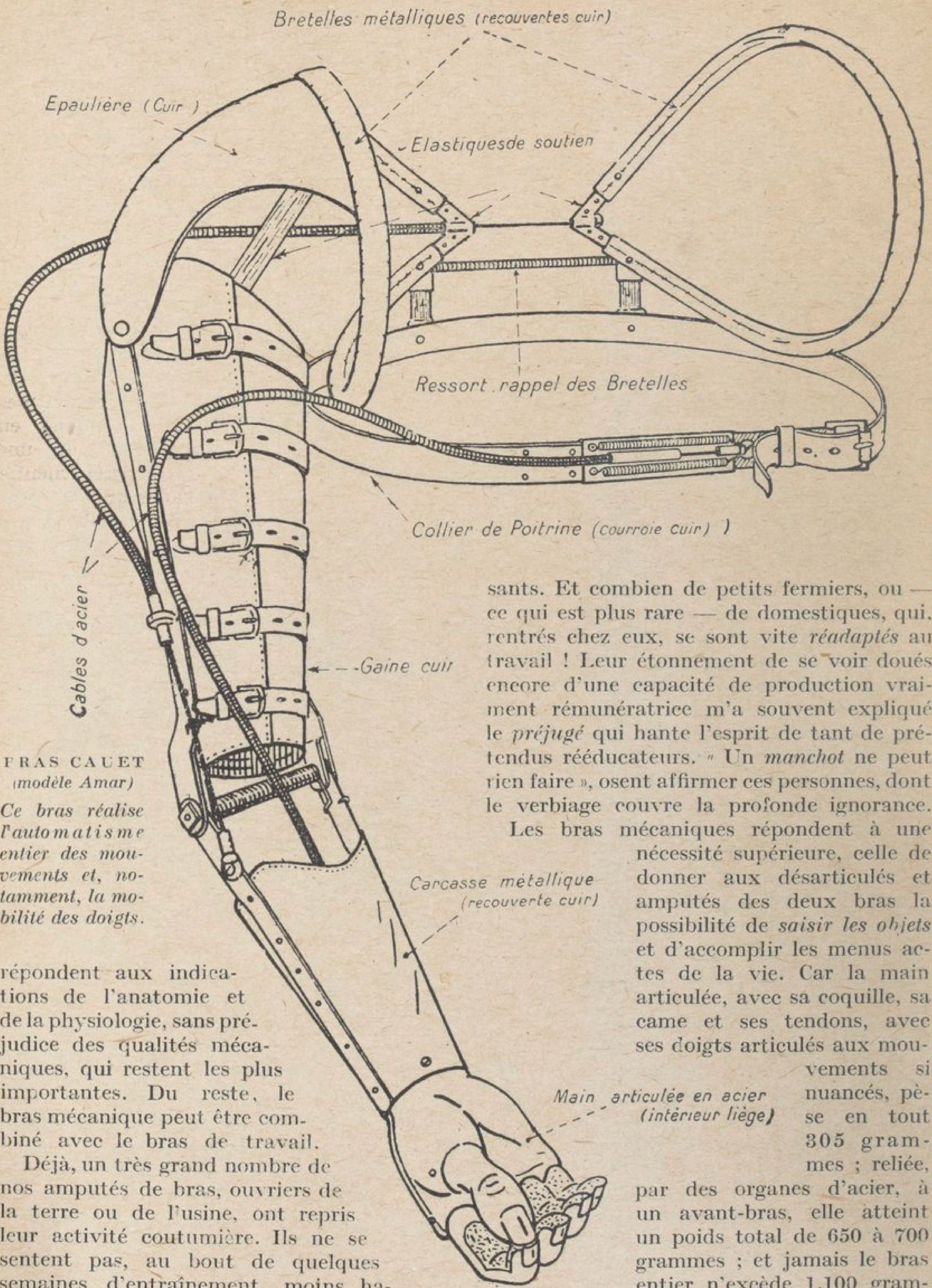
JAMBE ARTIFICIELLE DE FABRICATION FRANÇAISE, EN CUIR RENFORCÉ

B, *bretelles;* T', *tracteur;* T, *tendeur élastique;* F, *bout de pied en feutre.*

En disant que, professionnellement parlant, ce modèle est absolument rationnel et suffit à tous les besoins, je réponds à la préoccupation fâcheuse qui tendrait à *multiplier* les types d'appareils, et à les *spécialiser*. Plusieurs inventeurs y ont sacrifié leur très louable effort, et se sont ingéniés à constituer une série d'*instruments adéquats*. Le même mutilé serait donc obligé de monter sur son bras, tantôt un porte-lime, tantôt un porte-burin, etc. ; gaspillage de temps et mauvaise adaptation du moignon, dont il importe d'éviter les inconvénients à tous les blessés à la recherche de travail;

2° Les bras mécaniques Cauet (modèle Amar) cherchent à réaliser l'*automatisme entier* des mouvements, et, notamment, la *mobilité des doigts*. L'organe essentiel de ces appareils est la *main* entièrement *articulée* et métallique, sauf aux extrémités où les doigts sont recouverts de liège, de caoutchouc ou de feutre, afin d'amortir les chocs et de créer une adhérence. Le jeu des articulations est assuré par les mouvements d'un *collier* qui embrasse le thorax, ou de bretelles appliquées aux épaules ; ils sont transmis à la main ou à l'avant-bras par câbles d'acier.

Voyons, maintenant, quelques détails de ces bras mécaniques : la main articulée est composée de deux coquilles limitant une cavité ayant la forme de la main ; à l'intérieur se trouve une platine qui porte les doigts, tous montés à charnière sur un même axe et maintenus en *position fermée* grâce à des ressorts fixés à leur base. Les charnières sont commandées par des leviers ou tendons en acier passant sur une *came* C'est précisément à cette came que le câble d'acier flexible aboutit ; il glisse dans un fourreau et va se rattacher au *collier de poitrine*. Ce dernier est en cuir, léger à porter, et comprend une portion élastique, formée de ressorts qui l'appliquent parfaitement au thorax. On fixe aux deux bouts du collier le câble et le fourreau. Au moment où la poitrine accroît son diamètre, par un effort d'inspiration, le câble agit sur la came et ouvre les doigts, *progressivement*. Il n'y a donc jamais de mouvements brusques. On peut encore mettre les doigts d'abord en *extension* et faire agir la came dans le sens opposé. Divers organes, d'une très grande simplicité, permettent d'adapter la main articulée non seulement aux amputés d'avant-bras, mais à ceux de bras et aux désarticulés. Dans ces deux derniers cas, on introduit une commande pour le coude ; cette commande est faite par les *épaules* (bretelles en acier), et transmise à l'avant-bras au moyen d'un second câble d'acier. Les organes qui remplacent une partie de l'avant-bras ou du bras, ou tout le membre, sont en feuille d'acier recouverte de cuir, ou seulement en cuir ; ils



BRAS CAUET (modèle Amar)

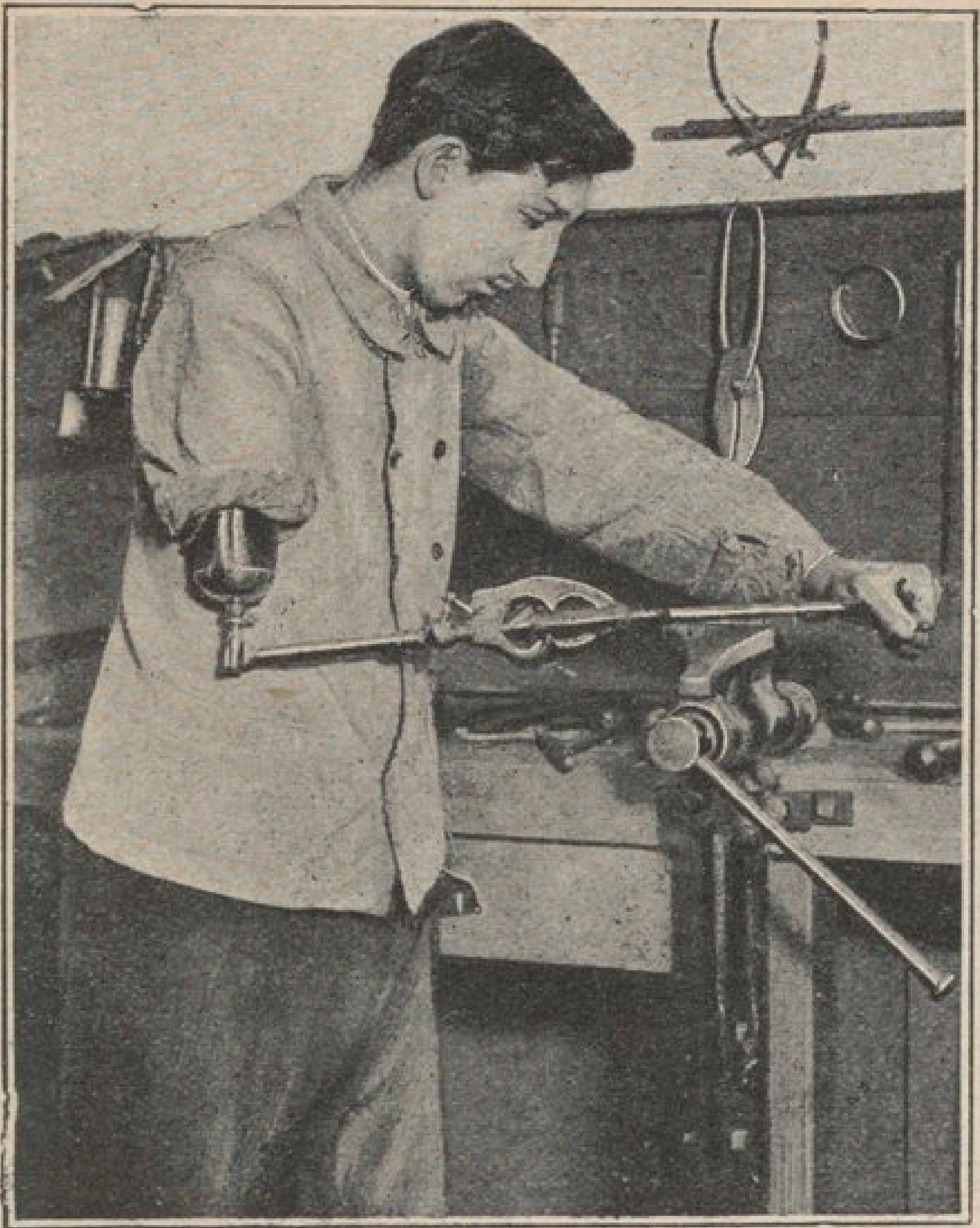
Ce bras réalise l'automatisme entier des mouvements et, notamment, la mobilité des doigts.

répondent aux indications de l'anatomie et de la physiologie, sans préjudice des qualités mécaniques, qui restent les plus importantes. Du reste, le bras mécanique peut être combiné avec le bras de travail.

Déjà, un très grand nombre de nos amputés de bras, ouvriers de la terre ou de l'usine, ont repris leur activité coutumière. Ils ne se sentent pas, au bout de quelques semaines d'entraînement, moins habiles ni plus fatigués qu'autrefois. Mon expérience personnelle m'a enseigné qu'ils peuvent, qu'ils doivent même, quand ils possèdent de bons appareils, gagner des salaires élevés, en tout cas largement suffisants. Et combien de petits fermiers, ou — ce qui est plus rare — de domestiques, qui, rentrés chez eux, se sont vite *réadaptés* au travail ! Leur étonnement de se voir doués encore d'une capacité de production vraiment rémunératrice m'a souvent expliqué le *préjugé* qui hante l'esprit de tant de prétendus rééducateurs. « Un *manchot* ne peut rien faire », osent affirmer ces personnes, dont le verbiage couvre la profonde ignorance.

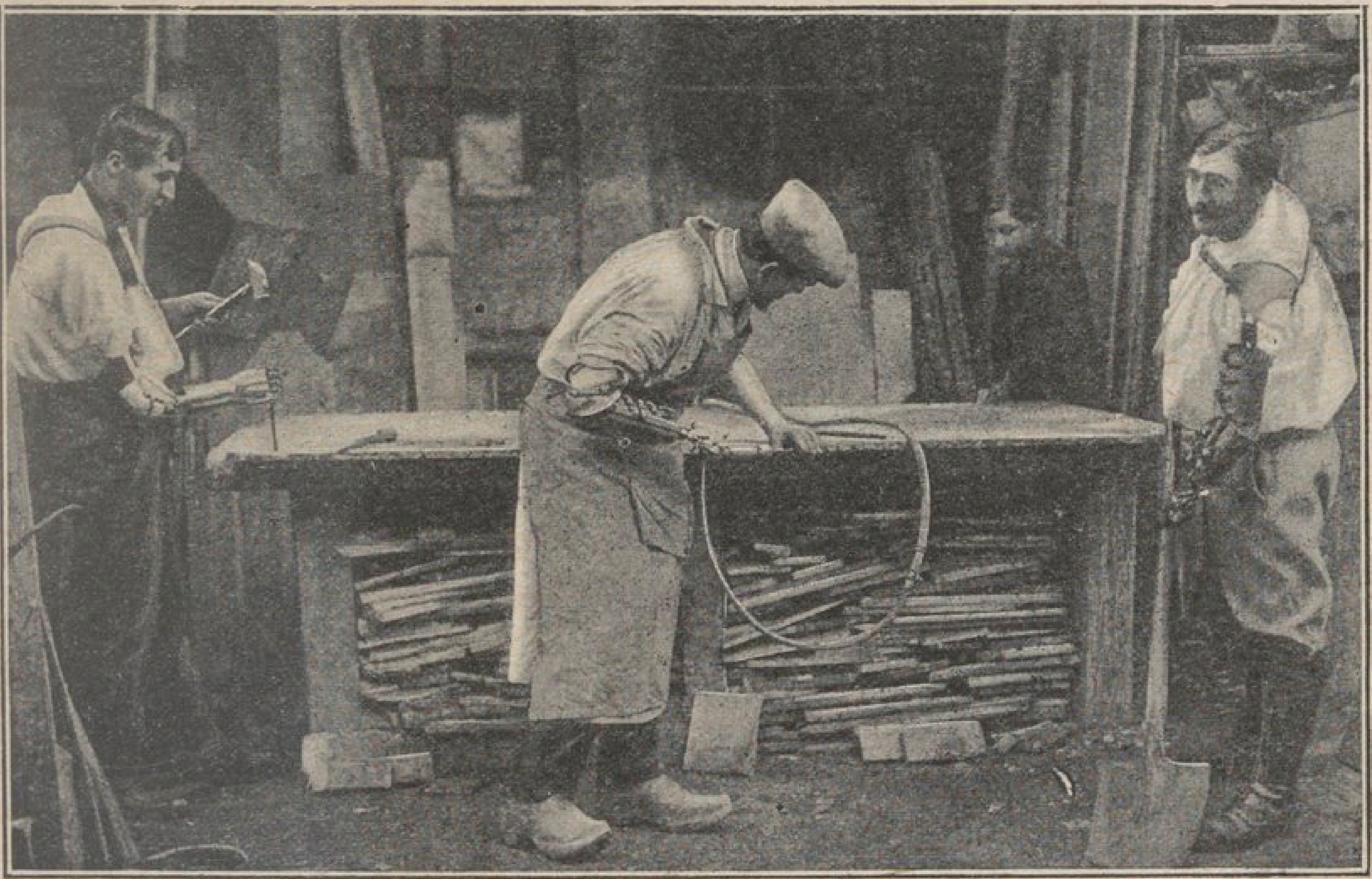
Les bras mécaniques répondent à une nécessité supérieure, celle de donner aux désarticulés et amputés des deux bras la possibilité de *saisir les objets* et d'accomplir les menus actes de la vie. Car la main articulée, avec sa coquille, sa came et ses tendons, avec ses doigts articulés aux mouvements si nuancés, pèse en tout 305 grammes ; reliée, par des organes d'acier, à un avant-bras, elle atteint un poids total de 650 à 700 grammes ; et jamais le bras entier n'excède 1.100 grammes. Elle permet, cependant, de soulever des poids de 7 à 8 kilogrammes entre les doigts fléchis et appuyés au pouce, de prendre avec les ongles artificiels une plume, une épingle, une allumette, de bou-

tonner ses vêtements, de sortir son mouchoir, d'écrire, de feuilleter un livre. L'ouverture de la main est d'environ 95 millimètres à l'extension complète des doigts, sous un effort d'inspiration qui n'a rien de pénible. J'ai même constaté que cette gymnastique respiratoire développe le thorax. Pour les amputés d'avant-bras, la commande de la main doit se faire par les épaules. L'éducation qu'exigent les bras mécaniques est très courte; en quarante-huit heures, le mutilé s'en sert parfaitement. Et l'on peut, suivant les règles sus-indiquées de *rééducation sensitive du moignon*, le dresser à graduer les efforts qu'exercent ses doigts métalliques pour acquérir une sensibilité indirecte au toucher Cette sensibilité n'est pas un leurre, car nous avons vu des mutilés de bras et de main gouverner, avec suffisamment d'adresse, le jeu du clavier de la machine à écrire ou à calculer, du piano, ou encore le jeu d'un archet de violon.



OUVRIER MÉCANICIEN DOTÉ DU BRAS AMAR

De nombreux officiers, amputés très haut d'un bras, ont été appareillés du bras mécanique dans des conditions qui leur ont permis de monter à cheval en tenant fortement les rênes, de saisir la poignée de leur épée et, le plus souvent, de repartir utilement aux armées en campagne. S'il arrive, parfois, qu'un détail de construction semble de nature à favoriser la force ou le mouvement du blessé, en aucun cas il n'est difficile à trou-



AMPUTÉS DU BRAS RÉADAPTÉS AU TRAVAIL, GRACE AUX BRAS ARTIFICIELS AMAR

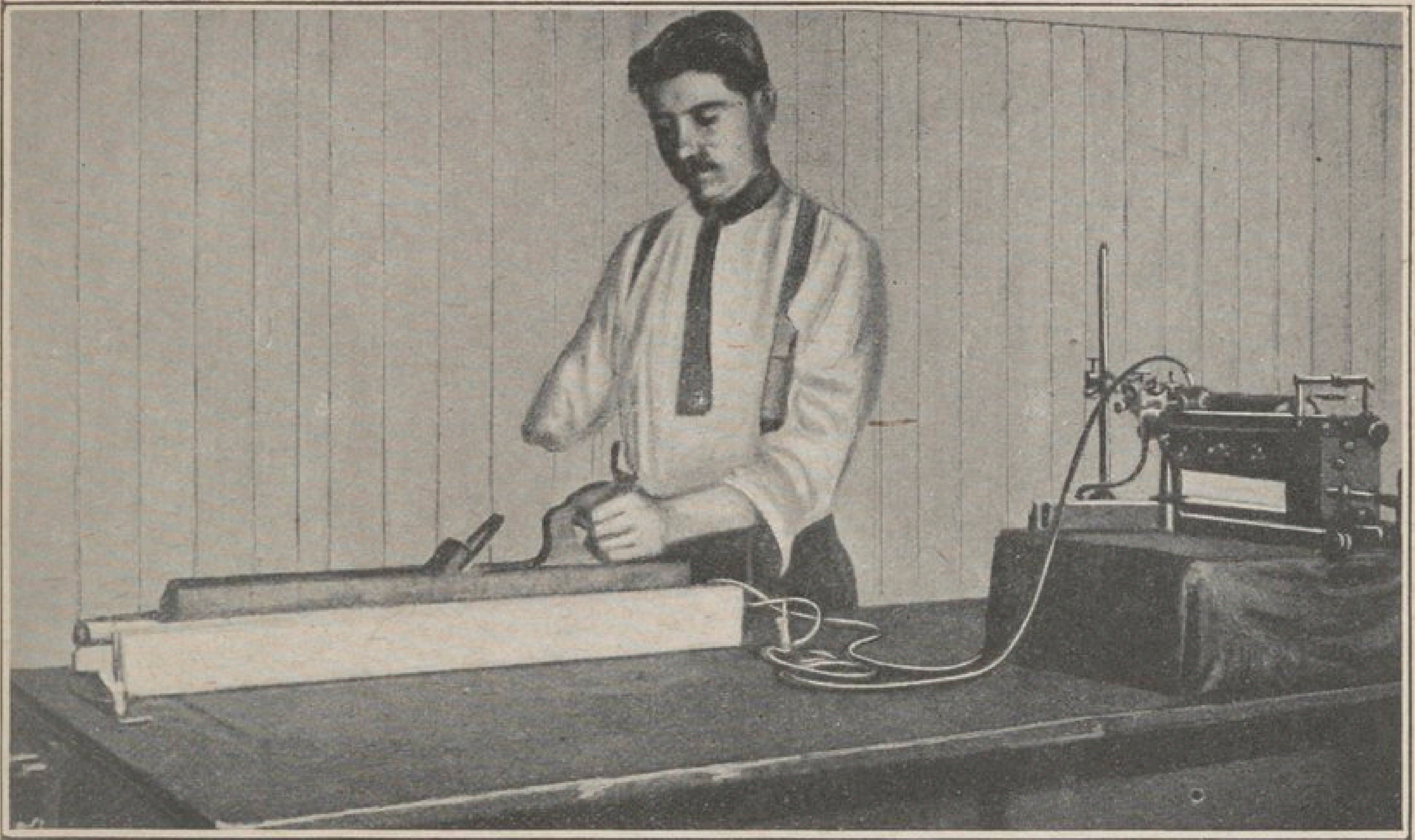
ver et à réaliser. Les bras mécaniques, comme les bras de travail, conviennent rigoureusement et universellement aux professions pour l'exercice desquelles ils ont été établis.

Passons maintenant à la *prothèse fonctionnelle*. On donne ce nom à la prothèse réellement orthopédique, qui soutient un membre impotent ou corrige les déformations et remédie à l'immobilité d'une main paralysée. Mais il est temps de parler de la *rééducation professionnelle*, troisième période de la rééducation des blessés. Il s'agit à la fois de la *réadaptation au travail* et du *réapprentissage*, pendant lesquels les capacités physiques et psychiques du blessé seront accrues. On constate qu'il y a, dans cette méthode scientifique, une continuité d'action et une superposition d'effets. Que les Austro-Allemands aient donné à cette prolongation de l'entraînement fonctionnel par l'entraînement professionnel le nom d'*Arbeits-Therapie* (traitement par le travail), qu'ils aient calqué leur prothèse en grande partie sur la nôtre , cela n'est pas pour surprendre. Mais il n'empêche que le système scientifique règne, en ce moment, chez tous les Alliés, dans plusieurs instituts de rééducation italiens, canadiens, belges et français (Ecole supérieure de Bordeaux). Quelle est, en résumé, l'organisation d'une de ces écoles de rééducation ? C'est ce qu'il convient de préciser.

La principale caractéristique d'une école de rééducation, organisée scientifiquement, c'est de coordonner les différentes parties de l'œuvre qu'elle doit réaliser. Le blessé qui y entre reçoit d'abord le traitement fonctionnel que nécessite son état, jusqu'au maximum d'amélioration ou à la guérison totale ; puis, s'il est mutilé, on lui fournit l'appareil de prothèse approprié aux dimensions de son moignon et à son métier, soit antérieur, soit nouveau ; enfin on le réadapte au travail, à moins qu'il ne doive être soumis au réapprentissage, après s'être assuré très exactement de ses capacités physiologiques et intellectuelles. Le *placement* est la conclusion et la sanction de cette méthode. Il faut donc à l'école un *office technique* pour établir, en connaissance de cause, la *fiche d'aptitude* du blessé, qui comprend de nombreux éléments d'enquêtes sur lesquels je ne peux m'étendre ici. Mais je puis dire qu'en principe, la rééducation vise surtout les *amputés du bras ou de la main*, car ceux du membre inférieur demandent un appareil de prothèse aussi parfait que possible et pas autre chose. Et *rééduquer des manchots consiste à analyser tous les mouvements qu'ils sont encore susceptibles de faire, à en mesurer l'étendue et la force pour les utiliser rationnellement.*

On voit que cette analyse et cette rééducation se rapportent au sujet muni de l'appareil de prothèse le plus satisfaisant et supposent donc la coordination des techniques que je signalais, et un savoir réel chez l'observateur. Cette analyse comprend différentes phases : éducation et évaluation des efforts au moyen d'*outils inscripteurs*, tels que la varlope et la lime dynamographiques, qui permettent de se rendre compte si tel bras formera *soutien* ou gou-

SOLDAT AMPUTÉ DE L'AVANT-BRAS DROIT ET MUNI DU BRAS CAUET, S'EXERÇANT A LA PROFESSION DE DACTYLOGRAPHIE



VARLOPE DYNAMOMÉTRIQUE POUR APPRENDRE A UN MUTILÉ A TRAVAILLER DU BRAS GAUCHE

vernera l'outil. On arrive à se convaincre que, dans la grande majorité des cas, le membre artificiel doit soutenir tout simplement les instruments de travail. En second lieu, les amputés du bras droit seront éduqués pour devenir bons gauchers. La varlope répond à ce but. Pour peu que la main gauche dévie, les chocs se produisent sur des tubes de caoutchouc disposés latéralement, à distance réglable, et sont enregistrés. Pour peu que l'effort du bras gauche s'écarte de la valeur qu'on lui demande, à quelques grammes près, une sonnerie électrique se déclanche, et le blessé rectifie ses mouvements. Ainsi, j'arrive, en l'espace d'un mois, à constituer d'excellents gauchers déjà réadaptés au travail.

Ajouterai-je que *l'outillage* sera adapté, quand il le faudra, à l'état fonctionnel des mutilés, et que les moteurs et machines-outils seront mis à contribution pour le grand bien de nos industries, en raison de la rareté croissante de la main-d'œuvre.

C'est *après* cette orientation et cette rééducation professionnelles, faites à l'office technique, sous les auspices du médecin, avec les appareils d'étude qui conviennent, que les hommes passent aux *ateliers*. Le *réapprentissage* alors commence pour les uns ; pour les autres, ce sera l'achèvement de la réadaptation en vue d'un placement rapide. Cette fonction pédagogique incombe à l'ingénieur qui, auprès du médecin, doit diriger les ateliers, apprécier les capacités techniques des blessés et surveiller l'instruction qui leur est donnée. Le contact même des deux compétences, des deux disciplines scientifiques rend féconde et sûre l'entreprise poursuivie. Elle ne pourrait l'être dans d'autres conditions, quelque expérience qu'eussent les instructeurs professionnels. Voilà les raisons profondes qui m'ont toujours fait regretter la dispersion des efforts, en de vains tâtonnements généreux, mais tous empiriques. Des mutilés payés pour *consentir* à vivre dans un atelier où ils apprennent ce qu'ils veulent et ce qu'ils ne veulent pas, au gré des possibilités et des circonstances ; des manchots qui, accrochant au mur leurs membres artificiels mal adaptés, se promènent dans les locaux d'œuvres charitables, et déjà à court d'argent ; de bons ouvriers en qui se révolte la volonté de travail devant les hésitations et les lenteurs de l'ignorance, et dont le désespoir est toujours pénible ; est-ce que l'heure n'est donc pas venue de mettre de l'ordre et un peu d'harmonie là où se manifestent, je dirais même où se heurtent, des velléités d'action, nécessairement inefficace? Comment résoudre ensuite le problème du placement, à quels concours s'adresser, sur quelles bases l'établir ?... Je renvoie le lecteur à l'*Organisation physiologique du travail.* Il est temps, en effet, de terminer cette esquisse, et surtout de passer des écrits aux actes.

Professeur AMAR.

LA CARTOUCHE DU 77 ALLEMAND

On n'a cessé, depuis la guerre, de proclamer la supériorité de notre 75, et on l'a considéré, à juste titre, comme notre sauveur. Sans la pénurie de munitions qui s'est produite après la bataille de la Marne, on eût, sans doute, évité la guerre de tranchées à laquelle, chacun le sait, nous n'étions matériellement pas préparés.

Mais cette supériorité du 75 sur le 77 allemand n'est pas due au canon seul. Le premier a des qualités sensiblement supérieures au 77, mais il y a aussi des différences considérables entre les deux projectiles.

Que se passe-t-il, en effet, lors du lancement d'un obus?... Le départ a lieu avec une telle force, que les molécules du métal sont violemment compromis si le métal n'est pas absolument indéformable, il se produit brusquement un tassement de l'obus sur lui-même. Il se déforme en augmentant de diamètre, se coince dans le tube du canon, et il se produit un léger arrêt.

Tout ceci en quelques centièmes de seconde, presque instantanément. La fusée qui s'est armée au départ, fonctionne lors du léger arrêt, et l'obus éclate dans l'âme du canon, qui est mis hors d'usage.

Voilà l'écueil. En France, par l'emploi d'aciers spéciaux, par un finissage impeccable de nos obus, par une mise au point merveilleuse des fusées, on a poussé à l'extrême la minceur des parois de l'obus, en conservant cependant une très grande sécurité.

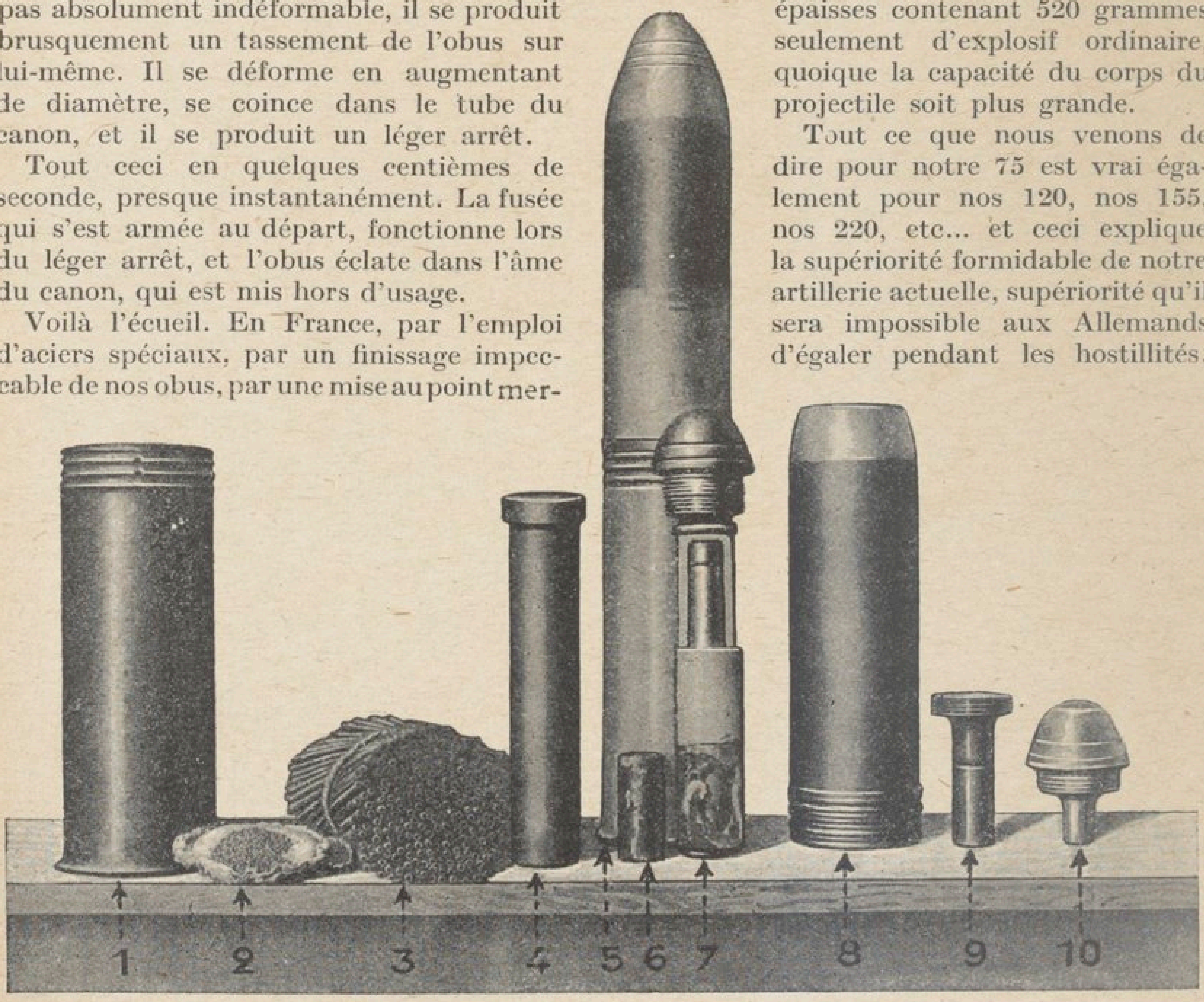
En Allemagne, on n'a pu arriver à cette perfection. L'obus allemand est à parois épaisses et contient par là même peu d'explosif.

Pour transporter à un point d'éclatement éloigné une grosse quantité d'explosif, nos ennemis ont été obligés d'augmenter le calibre de leurs pièces. De là est née la fameuse artillerie « kolossale » de l'Allemagne.

Voici quelques éléments de comparaison :

Notre 75 lance, à la vitesse de 529 mètres à la seconde, un obus à parois minces contenant plus de 825 grammes d'explosif extrêmement puissant. Le 77 envoie, à la vitesse de 450 mètres à la seconde, un obus à parois épaisses contenant 520 grammes seulement d'explosif ordinaire, quoique la capacité du corps du projectile soit plus grande.

Tout ce que nous venons de dire pour notre 75 est vrai également pour nos 120, nos 155, nos 220, etc... et ceci explique la supériorité formidable de notre artillerie actuelle, supériorité qu'il sera impossible aux Allemands d'égaler pendant les hostilités.



LES DIFFÉRENTES PIÈCES COMPOSANT LE PROJECTILE ALLEMAND DE 77

1, *douille ;* 2, *sachet de poudre vive (petits grains) ;* 3, *faisceau de poudre lente (macaroni) ;* 4, *tube de charge en carton paraffiné ;* 5, *la cartouche complète ;* 6, *petit cylindre de phosphore rouge ;* 7, *coupe montrant l'assemblage ;* 8, *corps d'obus à parois épaisses ;* 9, *détonateur à fulminate ;* 10, *fusée à plateaux (Voir le n° 25 de* La Science et la Vie, *page 268).*

POUR ÉCRIRE ET DESSINER A DISTANCE

par Alfred ASSOLIN

Depuis longtemps, les inventeurs cherchent à réaliser un appareil précis et pratique, pouvant transmettre à distance, non plus des signes rectilignes et espacés, comme en donnent les télégraphes Morse, mais de véritables dessins, aussi bien que des lettres, des éléments de cartes, etc.

On donne à ce genre d'appareils le nom de télescripteurs, pour bien montrer la différence qui doit exister entre eux et les appareils employés dans la télégraphie.

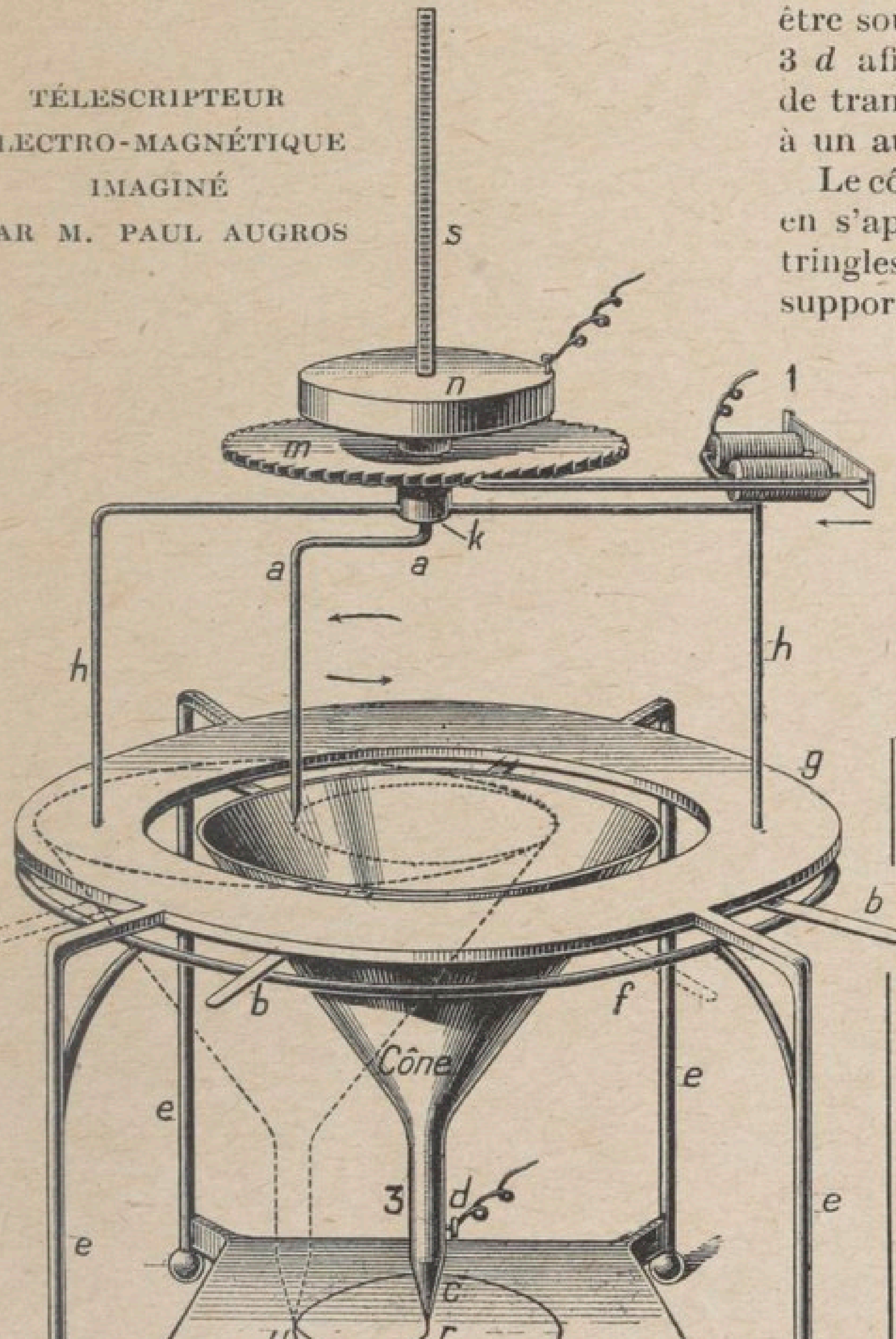
Le télescripteur électro-magnétique Augros, permet d'exécuter à distance un tracé quelconque, par la simple manipulation de trois manettes commandant chacune un électro-aimant. L'appareil, placé sur une carte d'état-major, peut transmettre électriquement différents tracés correspondant à la marche d'une troupe ennemie, d'un convoi, d'un aéroplane, d'un dirigeable, etc., etc.

L'appareil comprend essentiellement un cône métallique creux dont l'axe vertical se termine par un crayon ou style *C* qui peut être soulevé à volonté par un électro-aimant 3 *d* afin d'obtenir un tracé en pointillé ou de transporter la pointe traçante d'un point à un autre, dans un plan circulaire.

Le cône vertical peut tourner et se déplacer en s'appuyant au moyen de quatre ou six tringles *b* sur une couronne métallique *f* supportée par quatre montants *e* qui servent également à rendre fixe le plateau *g*. Entre ce dernier et la couronne *f*, il existe un espace libre qui donne aux tringles *b* la possibilité de se mouvoir largement, en glissant sur la couronne *f*, quand le cône se déplace.

On voit sur la figure ci-contre que la pointe du style peut se déplacer à l'intérieur d'un cercle de rayon *r u*

TÉLESCRIPTEUR ÉLECTRO-MAGNÉTIQUE IMAGINÉ PAR M. PAUL AUGROS



aa, *tige coudée pivotante s'abaissant et se remontant ;* c, *crayon ;* 3d, *électro-aimant soulevant le crayon à volonté pour le tracé en pointillé ou pour transporter le crayon d'un point à un autre ;* ee, *montants supportant la colonne* f *et le plateau* g ; hh, *supports ;* 1, *électro-aimant faisant avancer d'une dent, à chaque passage de courant, le disque* m *(ce disque, en tournant, imprime un mouvement de rotation à la tige coudée* aa) ; n, *cylindre contenant un mouvement d'horlogerie qu'un électro-aimant embrayera à volonté sur la tige* s *pour l'abaisser ;* K, *cylindre contenant un ressort qui ramènera* aa *à son niveau primitif lorsque le cône sera arrêté après son déplacement. — La partie en pointillé indique la dernière position du cône pour le tracé* ru.

dans la limite duquel elle peut occuper une position quelconque donnée par l'opérateur.

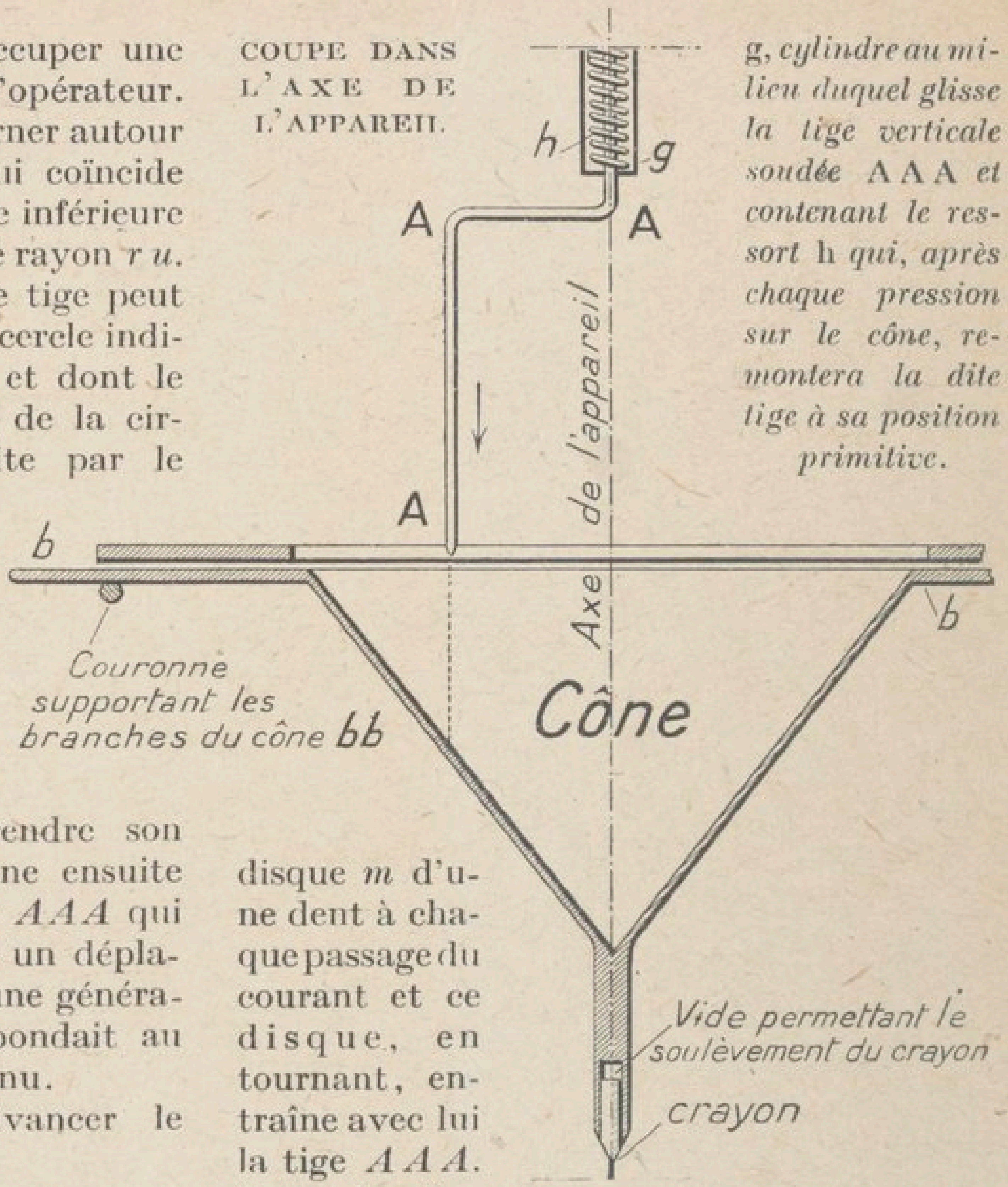
Une tige coudée *AAA* peut tourner autour de l'axe général de l'appareil qui coïncide avec celui du cône quand la pointe inférieure *C* se trouve au centre du cercle de rayon *r u*. L'extrémité inférieure *A* de cette tige peut tracer au niveau du plateau *g*, un cercle indiqué en pointillé sur la figure *I*, et dont le diamètre est le même que celui de la circonférence qui peut être décrite par le crayon *C*. La tige *AAA* peut pivoter autour de son axe et s'abaisser. Au moment où son extrémité rencontre la paroi intérieure du cône, celui-ci se déplace et ne s'arrête qu'au moment où la tige cesse sa descente ; cette dernière remonte alors instantanément pour reprendre son niveau primitif. L'opérateur donne ensuite une nouvelle direction à la tige *AAA* qui s'abaisse à nouveau et provoque un déplacement du cône en glissant sur une génératrice autre que celle qui correspondait au déplacement précédemment obtenu.

Un électro-aimant 1 fait avancer le disque *m* d'une dent à chaque passage du courant et ce disque, en tournant, entraîne avec lui la tige *AAA*. Cette dernière n'entraîne pas dans sa rotation la tige verticale *S*, mais, au contraire, la tige *S* en s'abaissant entraîne *AAA*. Dans un cylindre *n* est contenu un mouvement d'horlogerie qu'un électro-aimant peut embrayer à volonté sur la tige *S* pour en déterminer l'abaissement. Enfin, le cylindre *K*, placé sous le plateau denté *m*, sert à ramener la tige coudée *AAA* à son niveau primitif chaque fois que le cône s'est arrêté après un déplacement.

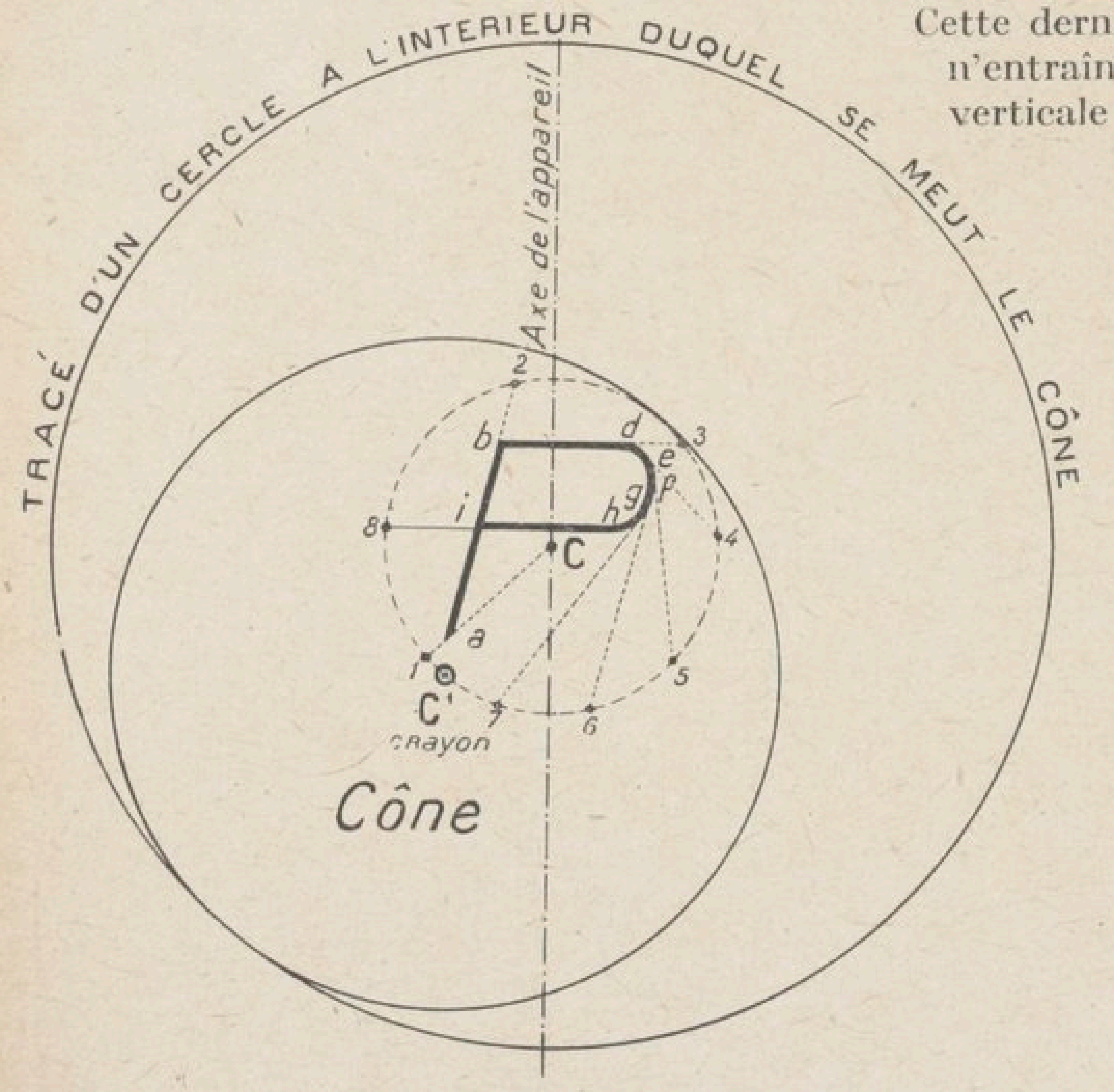
La figure 2 montre comment la pointe du style *C* peut suivre successivement toutes les directions qu'on imprime à la tige *AAA* et produire ainsi un tracé quelconque dont chaque élément correspond à un déplacement du cône. Les appareils récepteur et transmetteur sont identiques et sont reliés électriquement, ce qui leur permet de fonctionner synchroniquement en exécutant le même dessin. L'appareil Augros peut rendre de grands services aussi bien en temps de guerre qu'en temps de paix.

Alfred Assolin.

COUPE DANS L'AXE DE L'APPAREIL



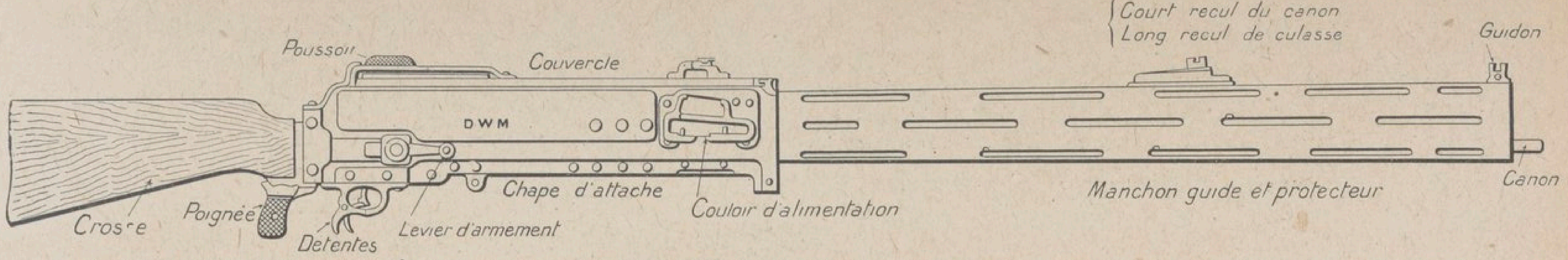
g, cylindre au milieu duquel glisse la tige verticale soudée AAA *et contenant le ressort* h *qui, après chaque pression sur le cône, remontera la dite tige à sa position primitive.*



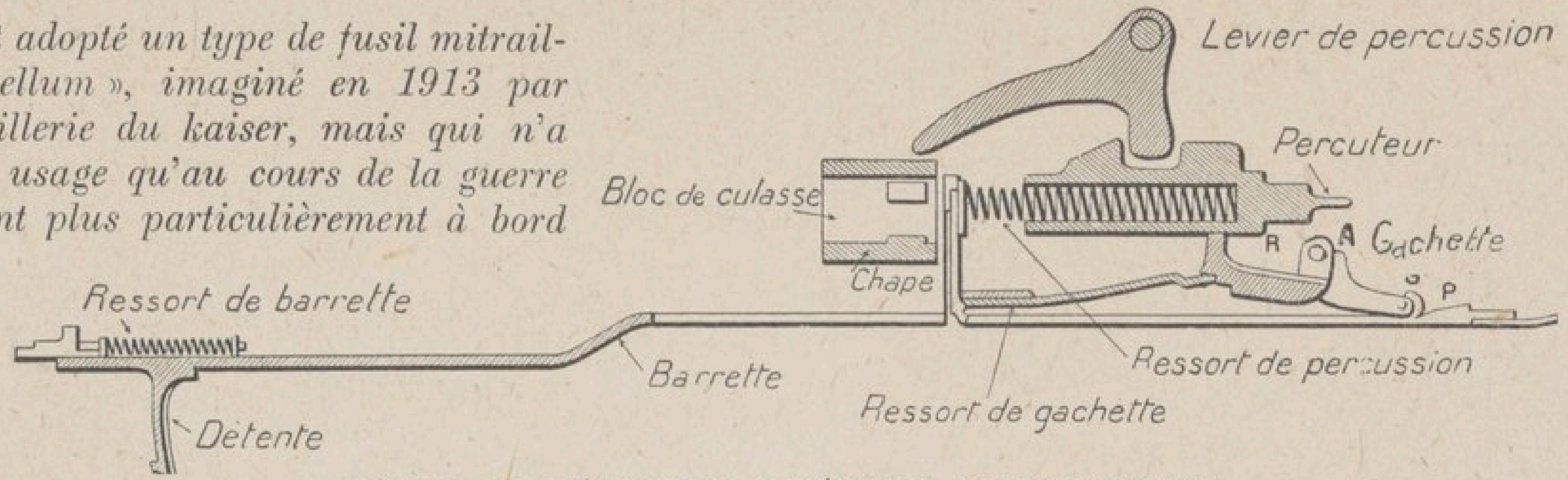
CROQUIS EXPLIQUANT LA MARCHE DU CRAYON

Pour cette démonstration l'inventeur, a pris des droites et une courbe formant un P. — C, *centre de l'appareil ;* 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, *direction ou sera placé la tige* AAA *(voir la figure précédente) après arrêt en* a *(direction* 1*), en* b *(direction* 2*), en* d *(direction* 3*), etc., etc.* — C[1], *centre du cône garni d'un crayon qui exécutera le tracé quand le cône se déplacera.*

LE FUSIL MITRAILLEUR DE NOS ENNEMIS, TYPE "PARABELLUM"



COUPE LONGITUDINALE DE L'ARME DONT LES ALLEMANDS SE SERVENT A BORD DE LEURS AVIONS ET DANS LES TRANCHÉES



DÉTAIL DU MÉCANISME INTÉRIEUR DE PERCUSSION

Les Allemands ont adopté un type de fusil mitrailleur dit « Parabellum », imaginé en 1913 par un officier d'artillerie du kaiser, mais qui n'a été construit et mis en usage qu'au cours de la guerre actuelle. Ils s'en servent plus particulièrement à bord de leurs avions et dans les tranchées, où il est confié à des tireurs d'élite.

C'est une arme qui ne manque pas de qualités, mais qui est loin d'avoir la valeur du fusil mitrailleur anglais, système Lewis, et du fusil automatique français, dont nous ne sommes pas autorisés à donner la description, cet engin étant très récent.

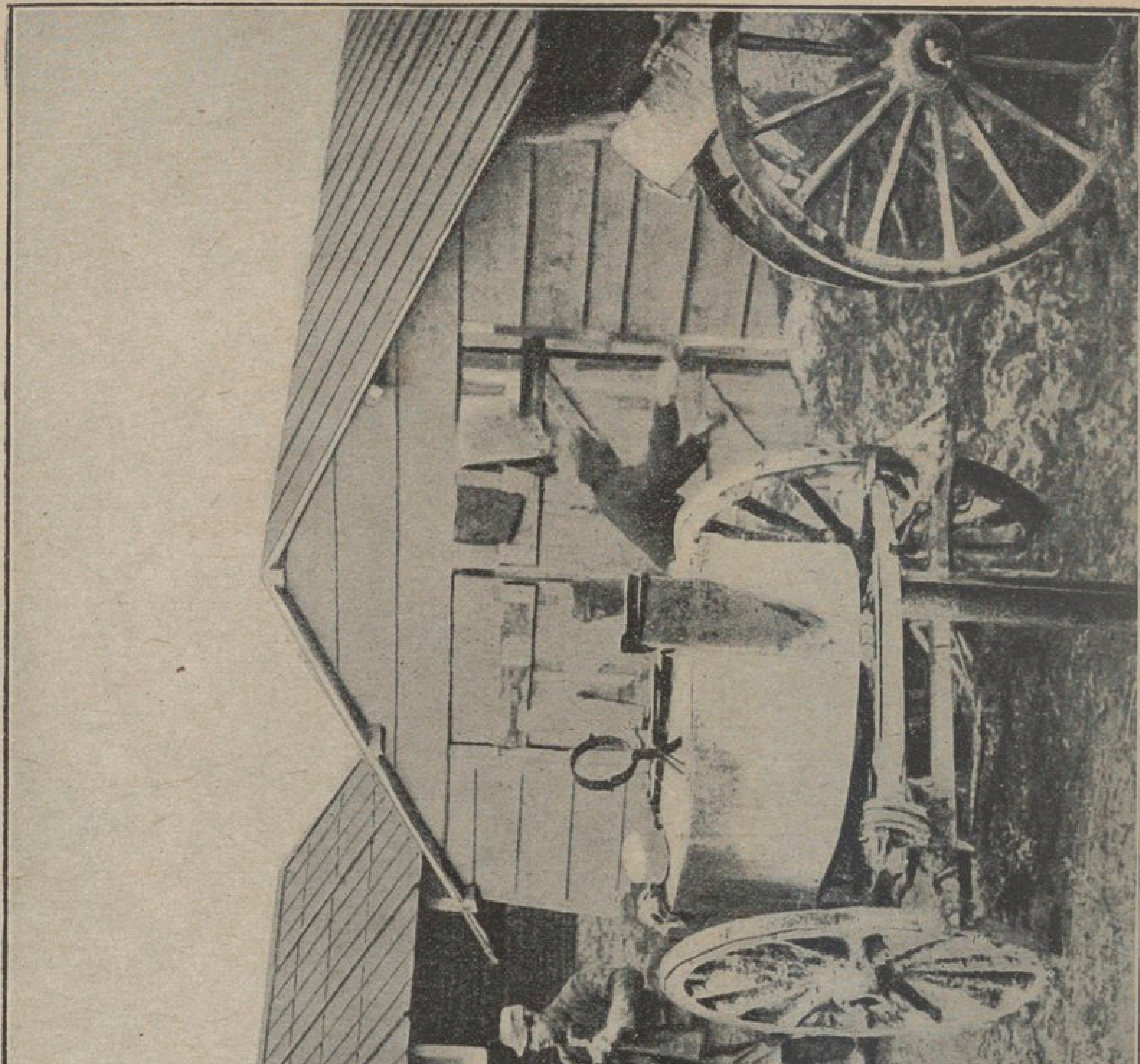
Le « Parabellum » modèle 1913 fonctionne de la façon suivante :

Après le départ du coup, le déverrouillage est donné par la rupture de la ligne droite; la chape tournant autour de son axe agit sur le levier de percussion, lequel agit à son tour sur le percuteur et le ramène vers l'arrière en comprimant le ressort de percussion jusqu'au moment où la gâchette vient prendre position derrière le renflement (R) du percuteur, d'où maintien de « l'armé ». La gâchette est constamment sollicitée à prendre une position plus haute, grâce au ressort de gâchette.

Voici maintenant comment se produit le départ du coup:

En agissant sur la détente, on porte la barrette vers l'arrière jusqu'au moment où le plan incliné (P), porté par celle-ci, venant en contact avec le galet de la gâchette, la fait pivoter autour de son axe (A), ce qui a pour effet de libérer le percuteur. Celui-ci, sous l'action de son ressort, est projeté en avant et provoque ainsi la percussion.

Plusieurs exemplaires de ce fusil sont tombés en possession des Anglais, sur le front de la Somme, et nous en avons trouvé, nous-mêmes, sur des avions ennemis abattus par nos pilotes, ce qui a permis à nos services techniques d'en étudier le mécanisme.



CUISINES ROULANTES DU DERNIER MODÈLE FRANÇAIS INSTALLÉES DANS UN CANTONNEMENT DE DEUXIÈME LIGNE

LES CUISINES DES ARMÉES EN CAMPAGNE

par Henry NIVOLLY

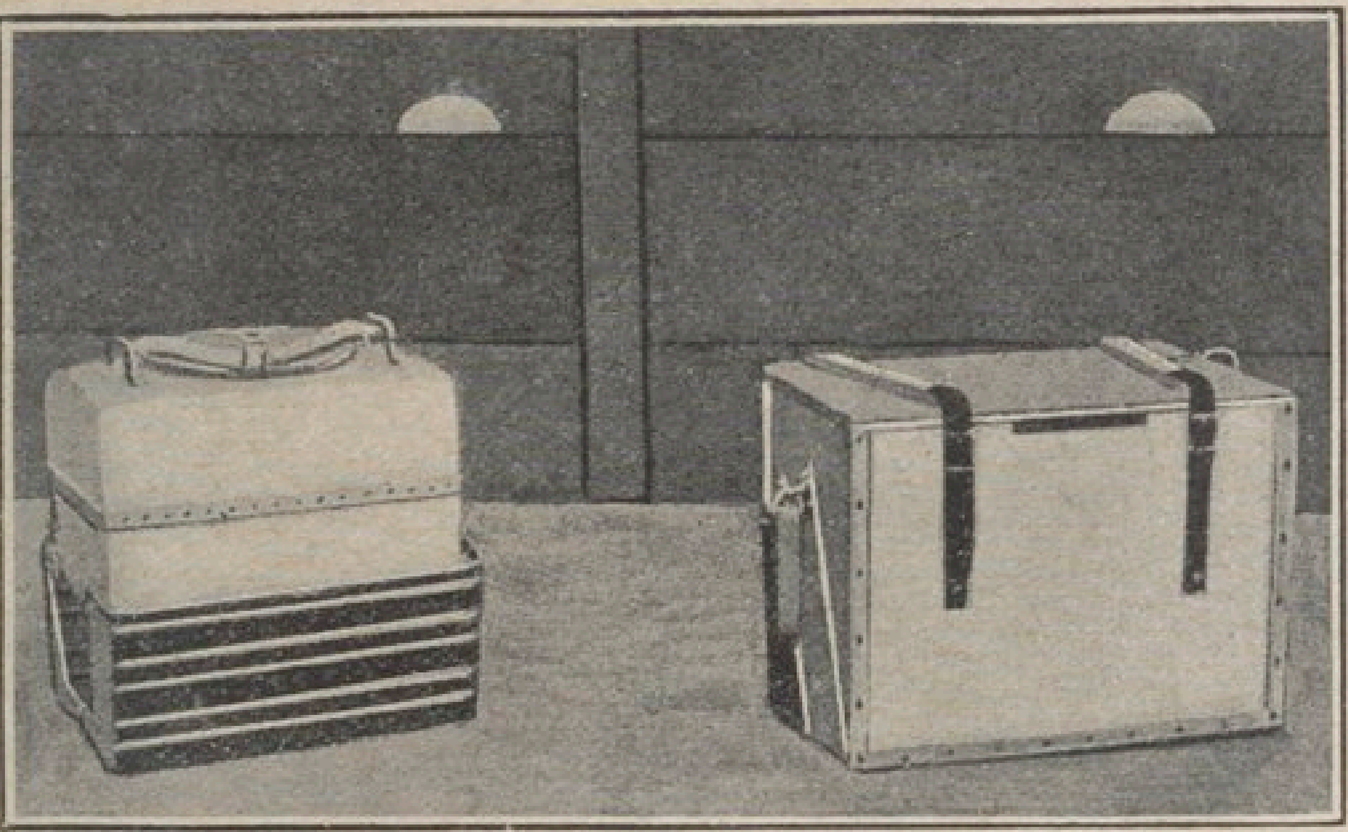
ANCIEN OFFICIER PRINCIPAL DU SERVICE DES SUBSISTANCES

Dans la guerre moderne, les grandes conceptions stratégiques et tactiques sont basées sur de fortes masses de troupes susceptibles de se concentrer avec aisance et se déplaçant avec rapidité. Aussi la victoire appartient-elle à l'armée qui se déplace le plus facilement. Ces nouvelles méthodes de guerre ont singulièrement compliqué le problème de l'alimentation journalière. Or, pour que la machine humaine et la machine animale puissent fournir le maximum de rendement, faut-il encore qu'elles reçoivent, sous forme de subsistance, au moment opportun, et en quantités suffisantes, tous les produits qui sont destinés à la soutenir.

L'idée de doter les armées de cuisines facilement transportables est loin d'être nouvelle : elle fut conçue vers 1860, simultanément en France et en Allemagne. Mais, là encore, les Allemands n'innovèrent rien, car on peut lire dans les comptes rendus de l'état-major prussien que, vers 1859, un officier, le colonel Ollech, fut détaché dans l'armée française pour recueillir des renseignements sur cette question.

Ce fut à la suite de cette visite en France et du rapport circonstancié qui lui avait été fourni que Moltke pouvait écrire :

« Il ne s'agit pas d'avoir des troupes légères, mais des armées légères. Les conditions pour qu'une armée soit mobile sont : une race d'hommes vigoureux, des manœuvres en temps de paix, une bonne nourriture en campagne et un équipement répondant à toutes les exigences. Or, le matériel de cuisine, indépendamment de son poids, embarrasse encore le fantassin à cause de son volume. On veut, disait Moltke, que chaque homme fasse la soupe, mais il peut arriver que, tombant de fatigue, le soldat aime mieux se reposer que manger. Les avantages de la soupe individuelle ne compensent pas les désavantages qu'elle présente. Il faut donc chercher un autre moyen. Ce moyen, ce sont les cuisines roulantes, qui permettent de préparer la nourriture de la troupe pendant la marche ou au cours de la bataille. Le soldat trouve un repas chaud, et c'est chose importante, étant donné le labeur auquel il est soumis. »



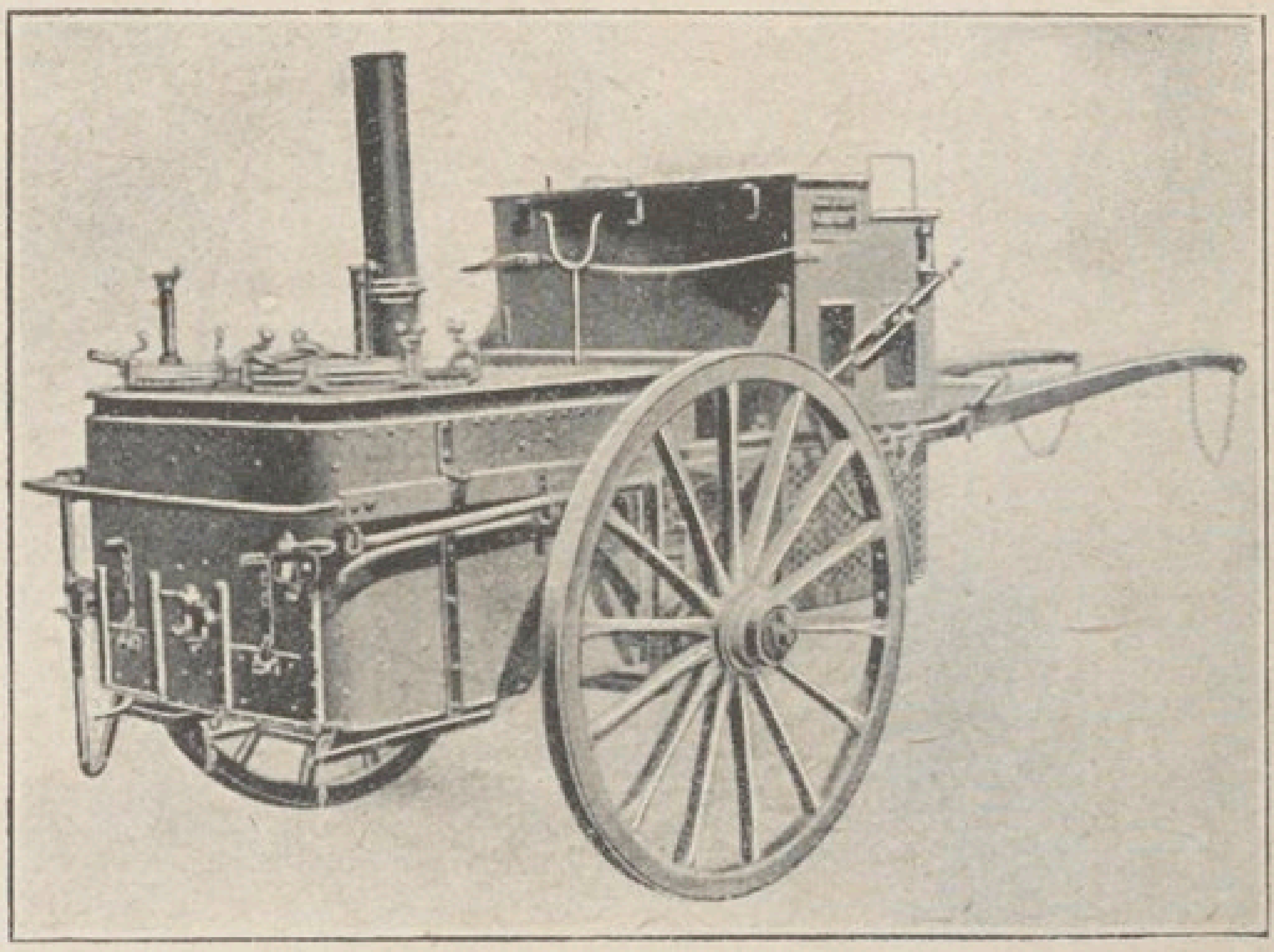
CAISSE-CUISINE DE L'ARMÉE AUTRICHIENNE (MODÈLE WEISS)

A gauche, la marmite; à droite, la caisse.

Cette idée des cuisines mobiles, qui avait été lancée par Moltke, et qui avait été mise au point en France, a fait aujourd'hui son chemin ; et sur tous les fronts des alliés, le rôle des cuisines roulantes est des plus importants. Certes, il existe encore de nombreux cantonnements où ont été installées des cuisines fixes, mais leur description et leur mode d'installation sont loin de présenter pour nous le même intérêt que la question des cuisines transportables. Aussi, c'est ce point particulier que nous nous proposons de développer dans la suite, car, suivant l'expression pittoresque de l'un de nos officiers généraux, le général F... : « La cuisine roulante est le drapeau du ventre affamé ».

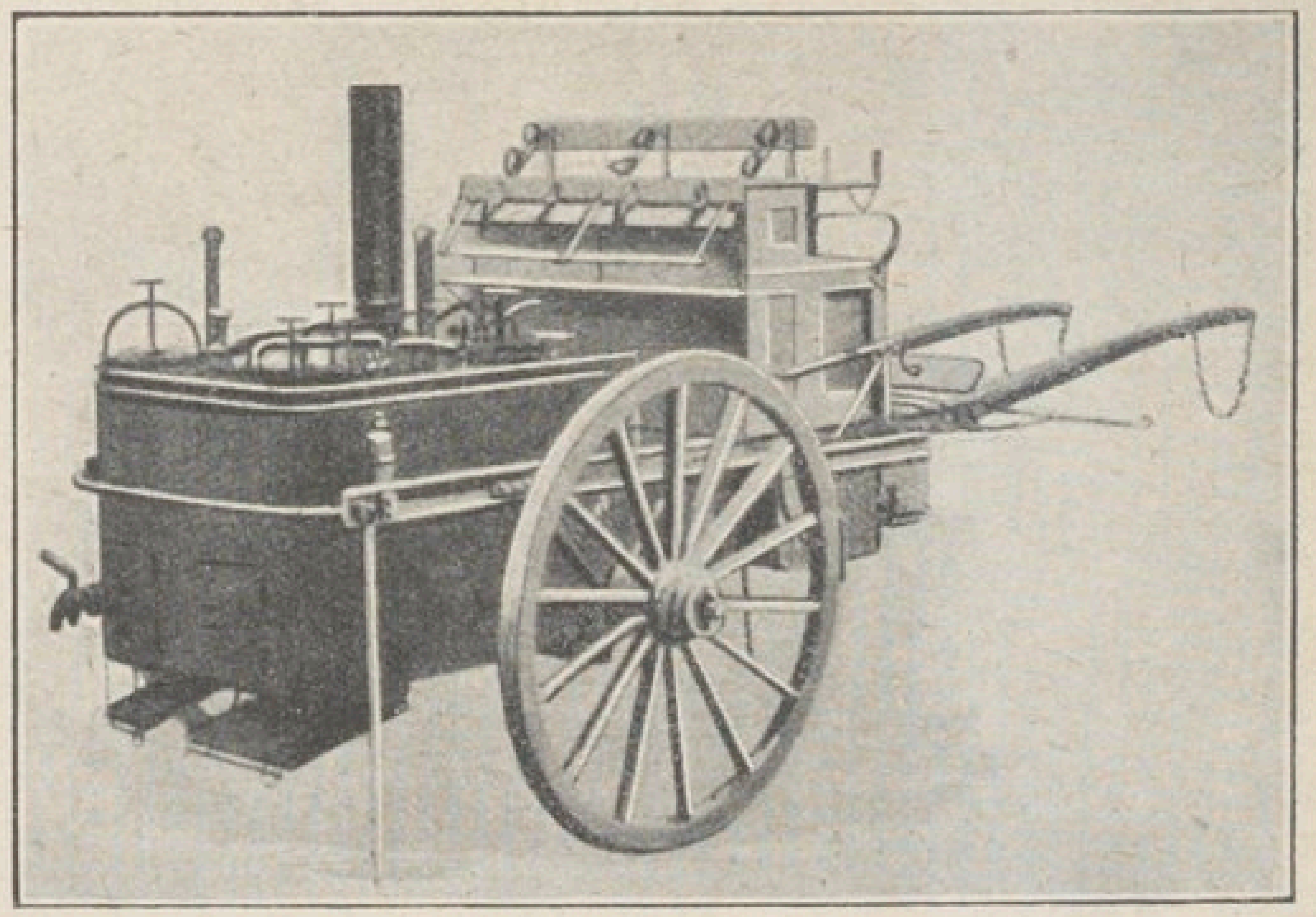
Tous les chefs d'armée, dont les noms

sont restés célèbres dans les annales de l'histoire militaire, ont attaché la plus grande importance à cette question, car elle permet de réaliser une alimentation saine et copieuse pour les troupes. Il faut reconnaître, en effet, — et nos soldats sont là pour le démontrer — qu'une troupe bien nourrie peut fournir, dans toutes les circonstances, des efforts plus grands qu'une autre mal alimentée ; et qu'une troupe recevant régulièrement une bonne nourriture est capable de supporter la faim quand, malgré la sollicitude du haut commandement, de graves circonstances, comme la bataille de Verdun, pour ne citer que cet exemple, ne permettent pas de réaliser les repas à heures régulières.



CUISINE ROULANTE EMPLOYÉE DANS L'ARMÉE FRANÇAISE (MODÈLE MAGUIN)

Evidemment, l'histoire nous offre l'exemple de troupes affamées ayant accompli des faits d'armes grandioses. Quand Bonaparte faisait la guerre, il lui arriva plus d'une fois de commander des troupes manquant de tout : mais..... c'étaient des Français supportant avec héroïsme toutes les privations, à l'époque, et ils avaient pour chef Napoléon. Dans la suite, Napoléon sut veiller avec sollicitude à l'alimentation de ses troupes et, chaque fois qu'il préparait une campagne nouvelle, il songeait d'abord aux moyens d'assurer rapidement les vivres de son armée : l'histoire en fait foi.



AUTRE TYPE DE CUISINE ROULANTE FRANÇAISE (MODÈLE MOTTANT)

En chef clairvoyant, l'empereur savait, mieux que quiconque, comme il l'écrivait à Murat, que « les vivres sont aussi nécessaires, et, dans certaines circonstances, même plus nécessaires que les munitions ».

Aujourd'hui, quand la troupe a fait une marche pénible, sous un soleil brûlant ou par un froid intense, il lui faut tout d'abord songer à l'alimentation. Or, l'organisation rapide des cuisines de campagne est difficile à réaliser, car ce n'est souvent qu'au bout de quelques heures que les soldats pourraient mettre la soupe au feu. Les hommes, épuisés, fourbus, aimeraient mieux dormir que manger.

Il est facile de prévoir qu'un pareil mode de procéder entraînerait rapidement chez les troupes de combat une fatigue physique impossible à surmonter. Le meilleur moyen d'obvier à ces graves inconvénients était d'adopter des cuisines roulantes. Ces cuisines, qui furent mises en usage par nos alliés russes pendant la guerre d'Extrême-Orient, ont, de l'avis de tous les officiers, donné de si excellents résultats que toutes les armées européennes les ont adoptées.

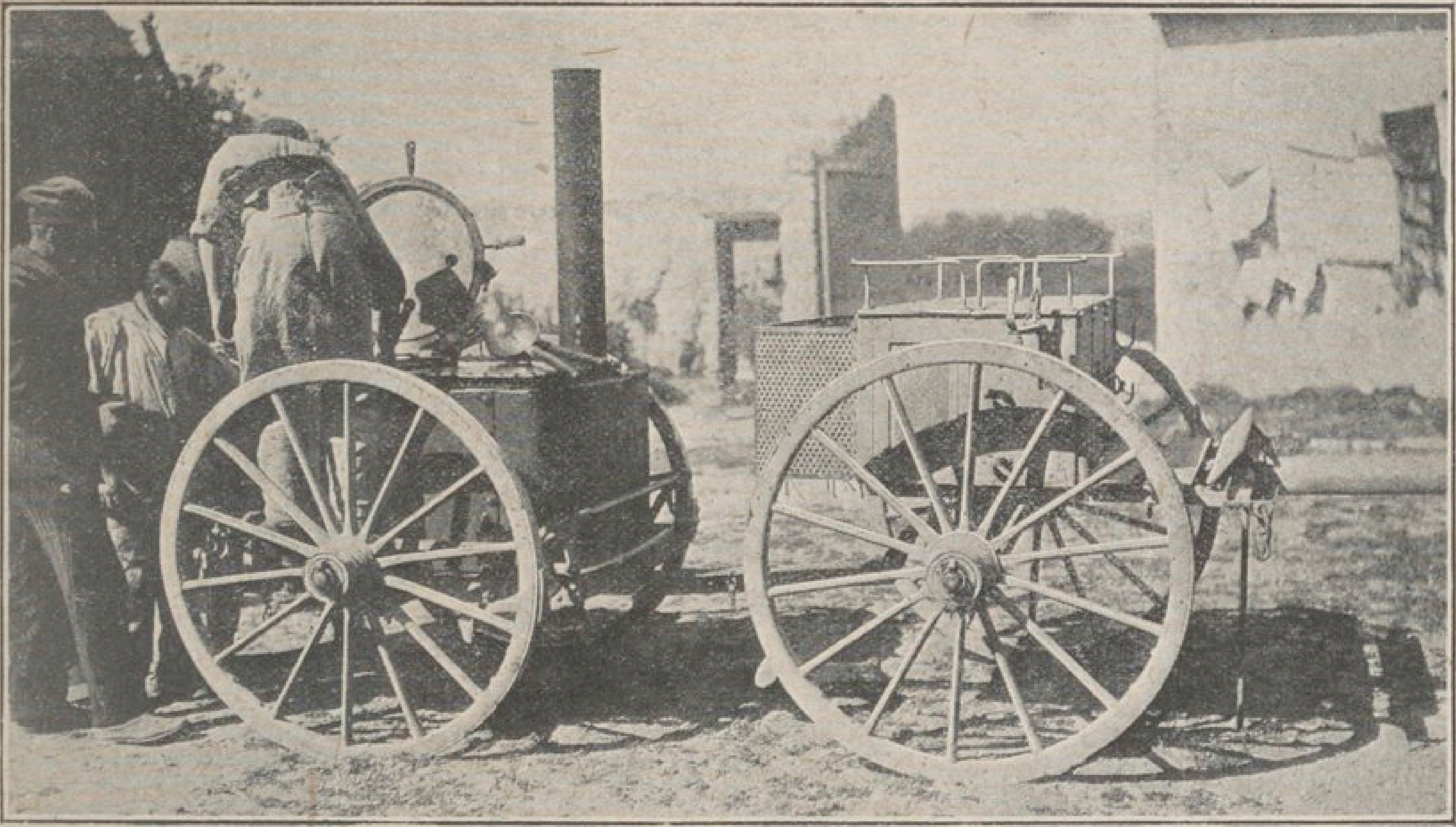
Une cuisine roulante, dont le principal avantage est la mobilité, fournit un bon service dans toutes les campagnes, et, en particulier, dans la guerre actuelle. Les fronts très larges et la grande force de résistance

des armées en présence sont la cause de la longue durée des batailles. Les évolutions que l'on est obligé de réaliser de façon permanente et la faculté de pouvoir déplacer rapidement des armées entières, tout en conservant la force physique des soldats, a été pratiquement obtenue au moyen des automobiles pour le transport et au moyen des cuisines roulantes pour l'alimentation.

La cuisine de campagne roulante, ainsi que son nom l'indique, est un appareil que les troupes transportent facilement d'un cantonnement à l'autre, en arrière des tranchées, ou qu'elles peuvent traîner à leur suite au moment des marches forcées de grande envergure. Cet appareil est destiné à cuire et à conserver les aliments qui exigent, avant d'être consommés, une préparation culinaire quelconque. La cuisine de campagne transportable porte le nom de cuisine portative, et la cuisine traînée, la cuisine sur roues, prend le nom de cuisine roulante. Il y a deux types généraux de cuisines de campagne : les cuisines sans foyer et les cuisines avec foyer. Les premières sont celles qui ne transportent pas avec elles leur foyer et leur combustible, et les secondes transportent, au contraire, avec elles leurs foyers et le combustible nécessaire.

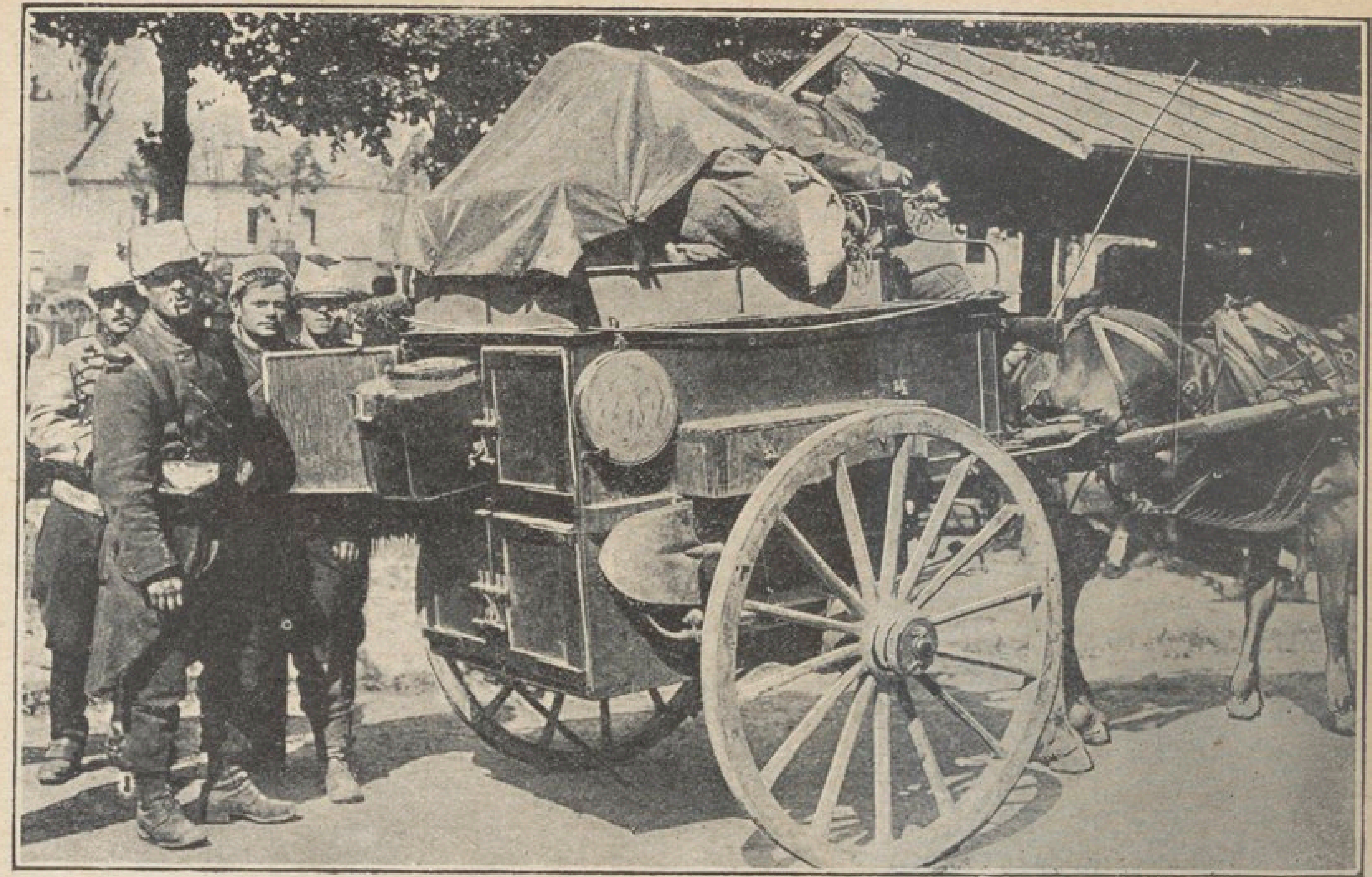
La cuisine sans foyer se place sur un feu de fortune, sur le premier feu venu improvisé par le troupier, celui que l'on trouve le long de la route, au cantonnement ou bien celui que l'on édifie soi-même au moyen des matériaux mis par le hasard à la portée des troupes. Elle se chauffe au bois, au charbon, à la tourbe, en un mot, avec toute espèce de combustible que l'on a sous la main. Les cuisines sans foyer se classent en deux catégories : la caisse-cuisine et la cuisine roulante.

La caisse-cuisine est portative et se trouve être composée de deux parties essentielles : la caisse et la marmite. La marmite est, en général, dans les armées européennes, en tôle de fer ou de nickel. Elle est fermée au moyen d'un couvercle muni, dans les armées modernes, d'une soupape de sûreté. Pour la préparation d'un repas, on met de l'eau et des vivres dans cette marmite, proportionnellement à l'effectif à nourrir et on place le tout sur un feu de fortune. Dès que le contenu entre en ébullition, on enlève la marmite du feu et on l'introduit dans la caisse.

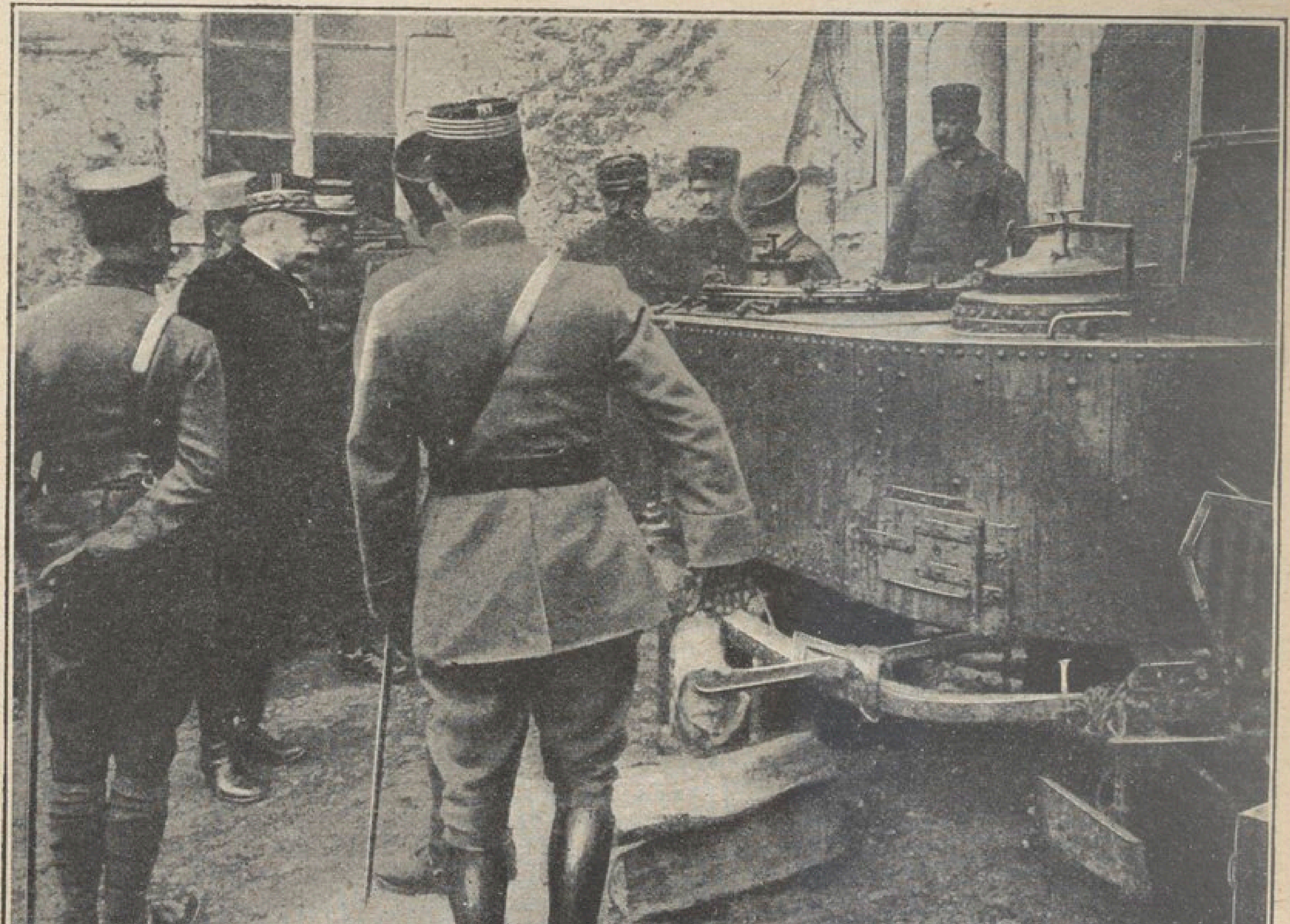


NOUVELLE CUISINE DOUBLE DE CAMPAGNE UTILISÉE DANS NOS RÉGIMENTS

La caisse, elle, est en métal ou en bois, et se trouve doublée de feutre, de liège, de foin, d'étoupe, de cuir ou d'amiante. Ou bien encore elle contient dans sa double paroi de l'huile servant de bain anticalorifuge. Il est évident que, dans ce dispositif, la fermeture hermétique de la marmite réduit à son strict minimum le rayonnement de chaleur interne, hâte ainsi la cuisson sur le feu et maintient après coup dans la masse alimentaire un nombre de calories suffisant pour que la cuisson subséquente puisse se continuer automatiquement. Par ce procédé, on peut



NOUVELLE CUISINE ROULANTE FRANÇAISE DU TYPE SANS FOYER



CUISINE PORTATIVE INSTALLÉE DANS UN VILLAGE DE LA SOMME

obtenir une alimentation maintenue à la température de 60 ou 70 degrés pendant une journée entière et parfois davantage. De la sorte, le repas peut être servi aux troupes chaud ou tiède, en choisissant à volonté les conditions de temps et de lieu.

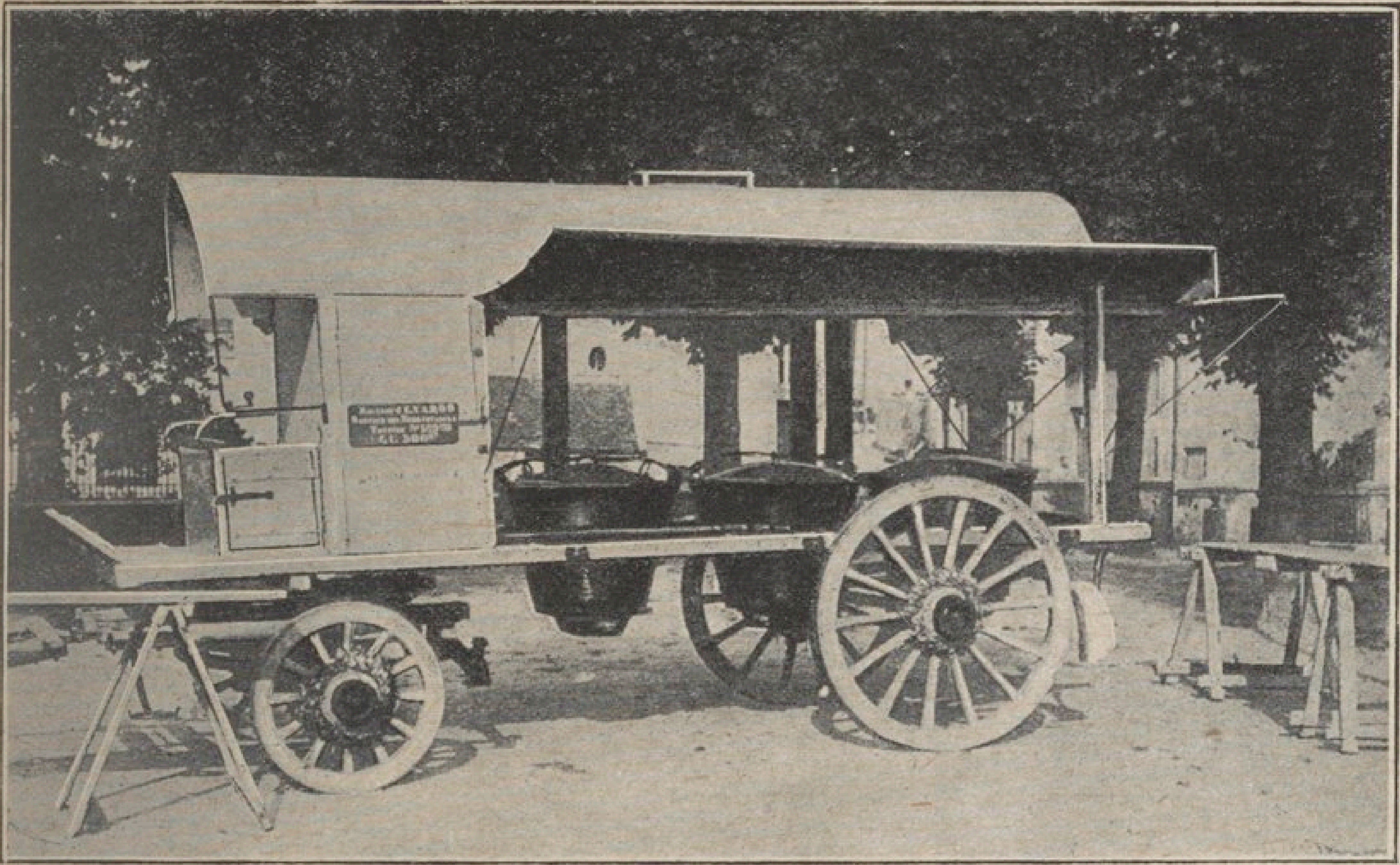
Pour le transport, la cuisine portative est organisée comme il suit : la caisse extérieure est munie de poignées en bois, en métal ou en cuir, qui en facilitent la prise pour le déplacement à bras ou sur les épaules.

Dans les colonies, en particulier, les cuisines portatives ont rendu antérieurement à la guerre actuelle de précieux services. Un dispositif spécial de transport avait été adopté par nos amis Belges : la caisse portative était munie, sur chacune des deux faces latérales, d'un support cylindrique (espèce de tourillon) en métal rigide. Sur ce support venaient s'embrancher deux pièces de bois réunies entre elles par deux traverses de faible poids en métal ou en bois placées en avant et en arrière de la caisse et fixées aux pièces principales par des clavettes mobiles.

Le tout constituait, en somme, un brancard très simple au centre duquel l'appareil oscillait légèrement sur ses axes.

La cuisine roulante, sans foyer, repose absolument sur les mêmes principes que la caisse-cuisine. Toutefois, les dimensions en sont plus grandes, de façon à préparer les repas pour un effectif organisé, au moins une compagnie, et naturellement le temps de cuisson est plus considérable encore.

La cuisine avec foyer, qui est la plus importante de toutes, est celle qui, comme nous l'avons dit, transporte avec elle son foyer et son combustible. Le repas se prépare au gré des circonstances, en station ou en marche. Elle peut se chauffer au bois ou au charbon, ou même à n'importe quel genre de combustible. La cuisine avec foyer comprend généralement deux parties bien distinctes : l'avant-train et la cuisine proprement dite.

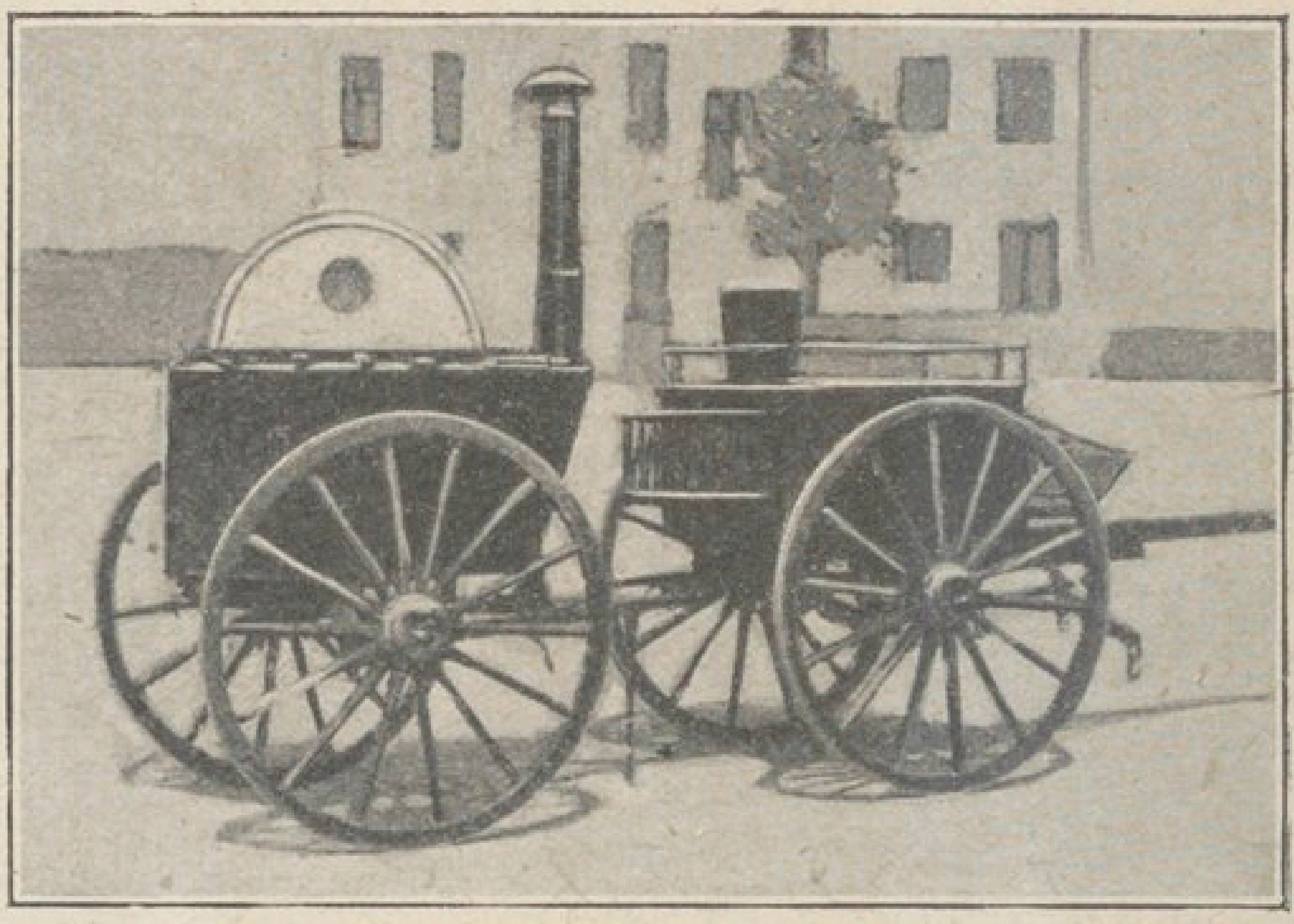


CUISINE A TROIS MARMITES DONT LE REMORQUAGE SE FAIT PAR AUTO

L'avant-train est séparé de la cuisine à la façon des caissons de canons, ou bien il fait complètement corps avec cette dernière. Les deux parties constituées sont alors réunies entre elles au moyen d'un bâti ou d'un châssis en métal, un peu dans le genre des automobiles. L'avant-train est constitué par un coffre servant souvent de siège au conducteur et divisé en deux compartiments ou même en caisses indépendantes l'une de l'autre. Ces caisses sont destinées à contenir de la viande fraîche, des légumes, des condiments, des ustensiles de cuisine et de chauffage, du combustible, des vivres à l'usage des conducteurs, des cuisiniers et des chevaux.

La cuisine proprement dite comprend les chaudières et le foyer ; elle comporte des modèles assez divers que nous examinerons

dans la suite. Les chaudières sont en métal, à fermeture hermétique, avec soupape de sûreté ou à échappement libre ; elles sont pourvues d'un ou de plusieurs robinets de vidange et, généralement, d'un tube de graduation d'eau. Ces modèles servent à préparer alternativement la soupe ou le café ou bien ceux-ci ont chacun leur récipient propre. La chaudière à café est souvent munie à l'intérieur d'un dispositif mobile dans lequel on place la denrée moulue. Le foyer unique est construit pour chauffer simultanément deux chaudières ou bien pour chauffer une chaudière à la fois ; dans ce dernier cas, la chaudière peut être amenée mécaniquement sur le feu. Parfois aussi le foyer est double et ses parties sont tout à fait indépendantes l'une de l'autre ; dans ce cas, on chauffe à volonté une seule chaudière ou les deux chaudières en même temps.

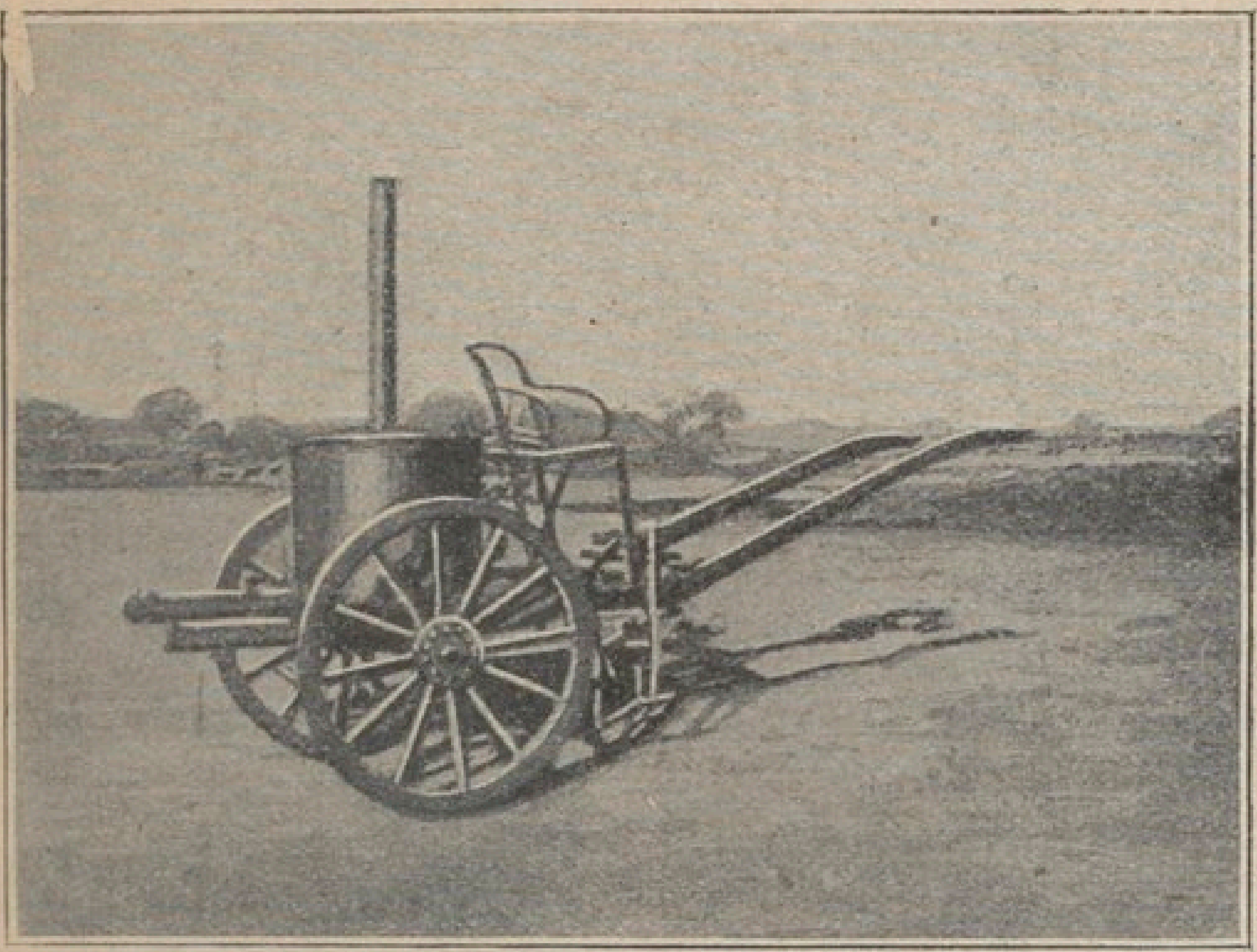


CUISINE ROULANTE DE L'INFANTERIE RUSSE (MODÈLE LOURD)

Une planche à découper est fixée à l'avant-train ou à la cuisine proprement dite ; dans certains types, on a même recouvert les parois des fourneaux avec de l'amiante, ce qui permet d'employer, si on le désire, l'appareil pour la cuisson automatique.

Les récipients contenant les aliments ont une capacité différente, suivant qu'il s'agit de cuisines portatives ou de cuisines roulantes, et le temps de la cuisson varie en conséquence : ce temps varie d'ailleurs lui-même, pour le même récipient, d'après la nature du combustible employé, la nature et le volume des denrées à cuire,

LE DERNIER TYPE DE CUISINE ROULANTE EN USAGE DANS L'ARMÉE RUSSE



VOITURE POUR LA CONFECTION DE L'EAU BOUILLIE EN CAMPAGNE, DANS L'ARMÉE JAPONAISE

les diverses conditions atmosphériques, etc.

J'ai indiqué que, pour une cuisine sans four, il y avait une cuisson initiale sur le feu et une seconde cuisson, qui se faisait automatiquement. Quand on a affaire à une cuisine avec foyer, dès que la cuisson est complète, on ferme tous les orifices pouvant causer une déperdition de chaleur, et les aliments restent à une température normale pendant plusieurs heures. Si les fourneaux sont garnis d'amiante, les récipients sont tout naturellement transformés en « marmites norvégiennes » et la température est susceptible de se conserver, comme pour les cuisines sans foyer, pendant une journée.

Afin d'éviter une trop forte désagrégation de la viande cuite, il est loisible de l'extraire de la chaudière et de la placer dans les coffres affectés à cet usage ; pour la servir chaude, on la remet dans la chaudière dix minutes avant la distribution.

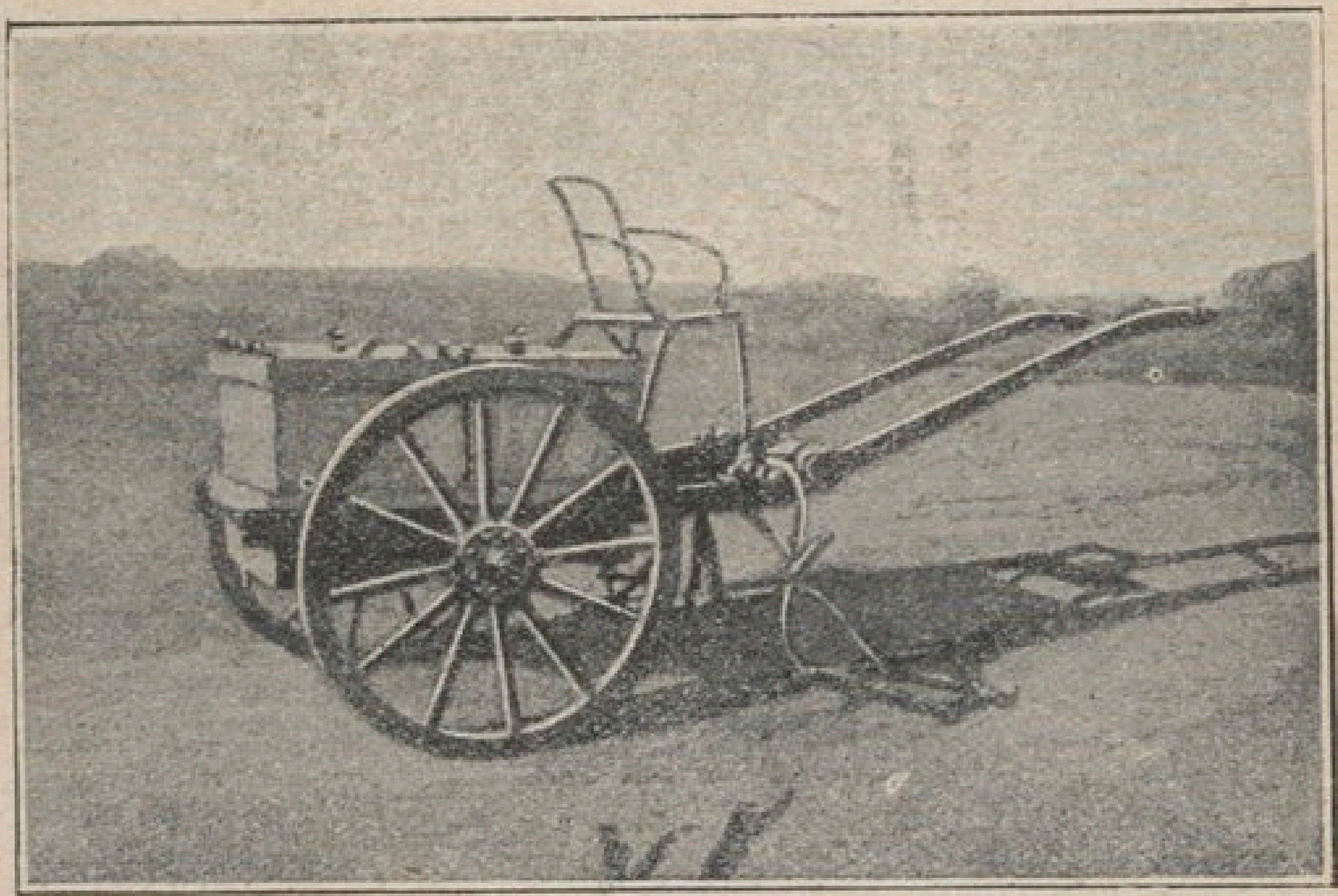
La cuisine roulante avec ou sans foyer est montée sur deux ou quatre roues. Elle est traînée par un cheval attelé en limonière ou par deux chevaux attelés en tandem ou à la bohémienne. Je dois ajouter que, depuis quelque temps, les cuisines roulantes grand modèle sont automobiles. En effet, la cuisine roulante doit être assez légère pour passer dans tous les chemins, quel que soit leur état, et elle doit être assez rapide pour ravitailler à bref délai son unité, quel que soit l'endroit, en cas de marche ou de déplacement, même de faible distance. Il faut, en outre, que, dans l'éventualité d'un recul ou d'une retraite, elle puisse être facilement et très rapidement éloignée et mise en sécurité.

D'où la cuisine roulante automobile qui, je crois, a été mise en service un peu partout.

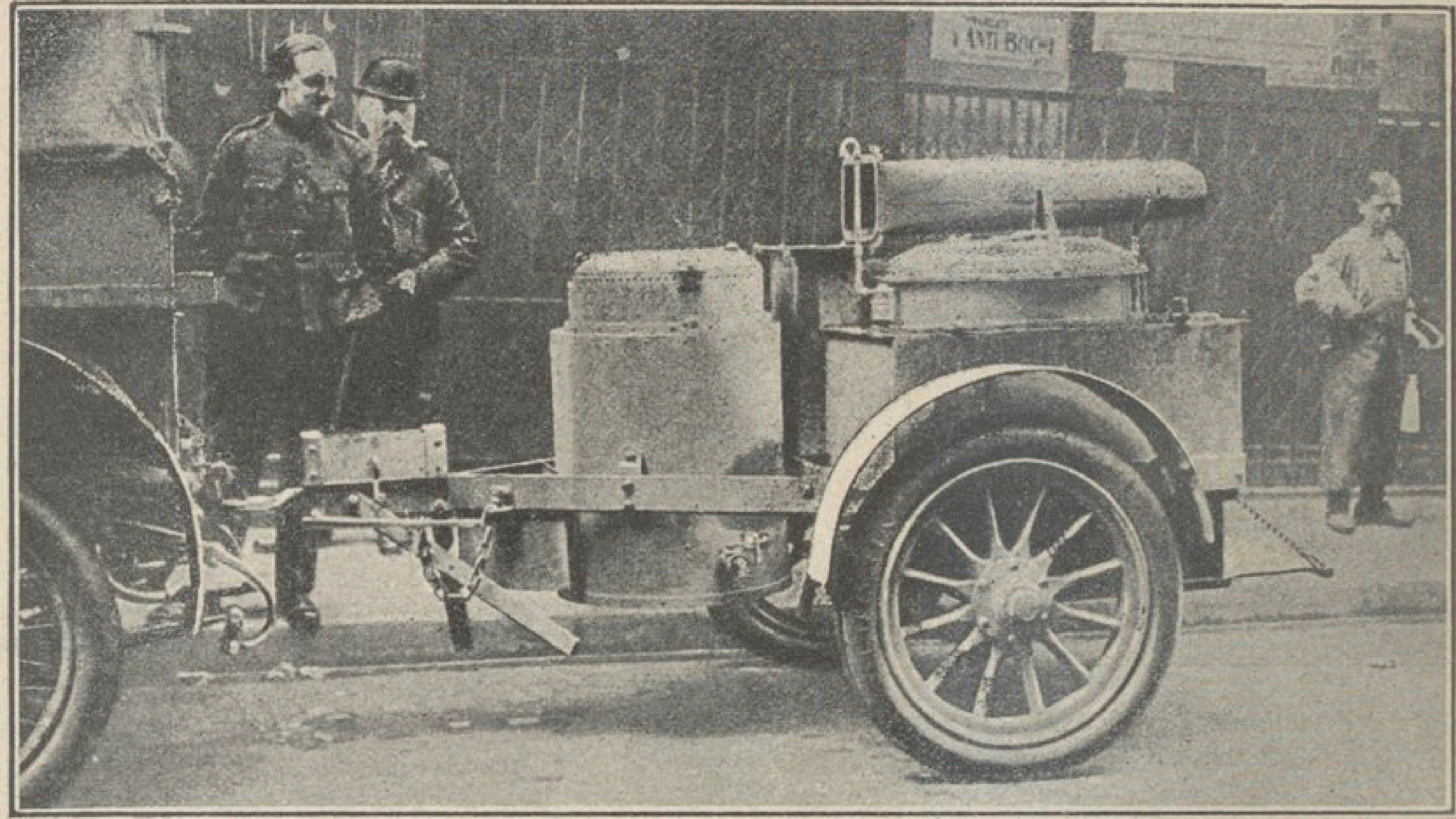
On peut indiquer que si l'idée de l'utilisation des cuisines roulantes a été conçue par Moltke, elle fut réalisée pour la première fois par nos alliés Russes. Ce fut en 1860 que la Russie essaya les cuisines roulantes et des appareils à cuisson automatique ; cette expérimentation fut dictée par les distances formidables que les armées russes avaient à franchir au cours des manœuvres fréquentes et des changements de garnison qui se produisaient à époques régulières.

La cuisine roulante Brun avait donné d'excellents résultats au cours de la campagne de Chine, à tel point que le haut commandement russe s'était décidé à l'adopter officiellement. La cuisine roulante de l'infanterie du tsar permet de préparer un repas chaud pour deux cent cinquante hommes à la fois, et celle de la cavalerie qui, elle, est à deux roues, alors que celle de l'infanterie est à quatre, permet de faire le repas de cent cinquante hommes. Le modèle d'infanterie pèse 912 kilos et celui de la cavalerie 936 kilos, — différence peu sensible.

En principe, chaque régiment russe avait 17 cuisines roulantes ; dans chaque régiment



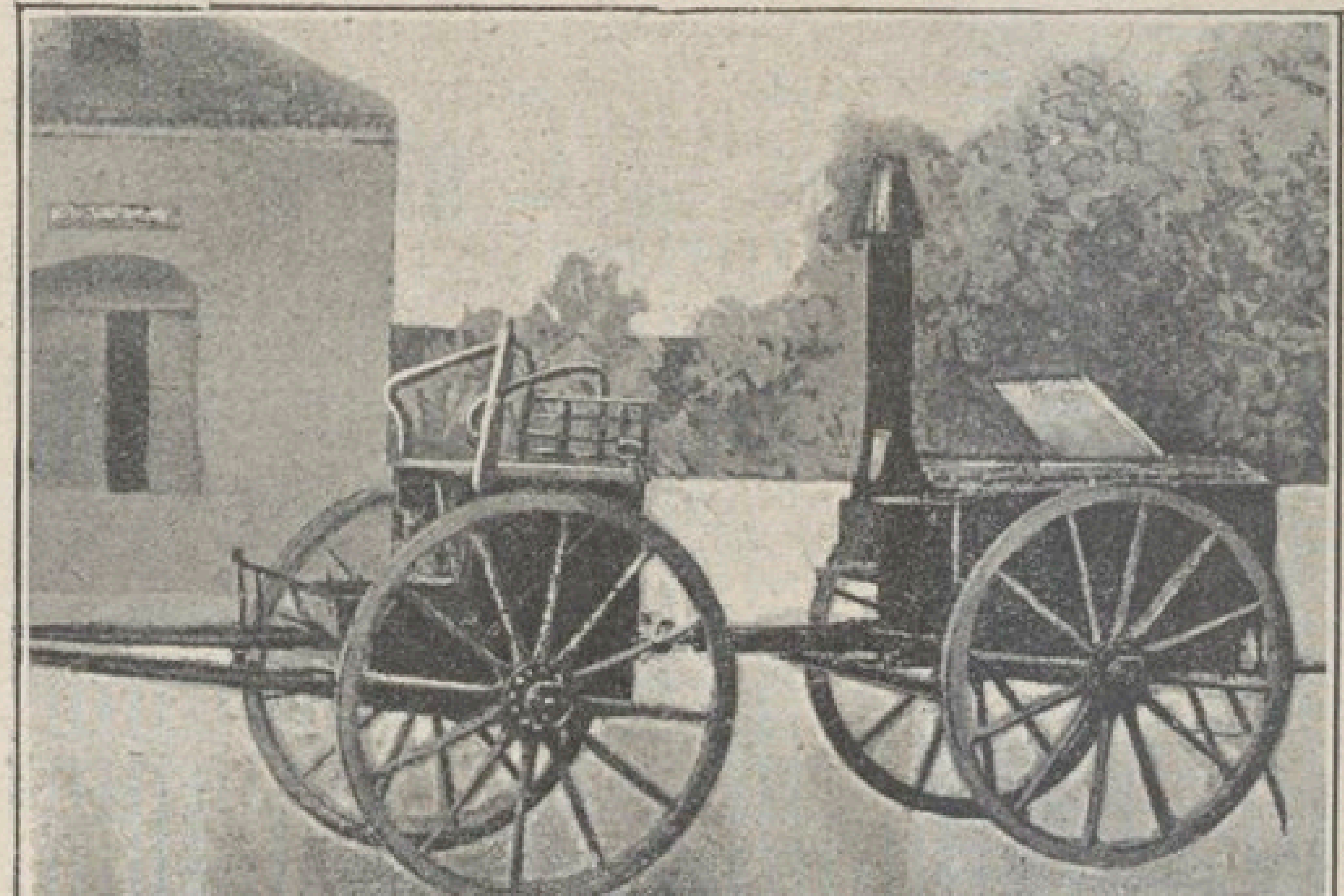
VOITURE POUR LE TRANSPORT, EN CAISSES ÉTANCHES, DE L'EAU BOUILLIE ET DU RIZ, DANS L'ARMÉE NIPPONNE



APPAREIL POUR PRÉPARER LE CAFÉ, DONT SE SERVENT NOS AMIS LES BELGES

de cavalerie, 6 cuisines suffisaient ; dans l'artillerie, on utilisait un seul de ces engins par batterie. On peut dire que tout est prévu minutieusement dans cet ordre d'idées par l'état-major russe. Les états-majors de corps d'armée, de division, de brigade, toutes les unités possibles ont été amplement dotées de ces appareils.

Dans l'armée russe, la soupe chaude est distribuée, suivant les circonstances, soit au départ, soit à la grande halte, soit immédiatement après l'arrivée au cantonnement, après une marche ou après une opération de guerre quelconque. En cas de marches forcées, tout est prévu pour faire distribuer les repas préparés au moyen des cuisines roulantes aux grandes haltes. On redonne aux troupes par ce moyen, une nouvelle vigueur. Dans ce cas, on conçoit l'avantage d'une pareille façon de procéder, car, aussitôt arrivées à la fin de leur marche, les troupes fatiguées, n'ont plus qu'à se reposer.

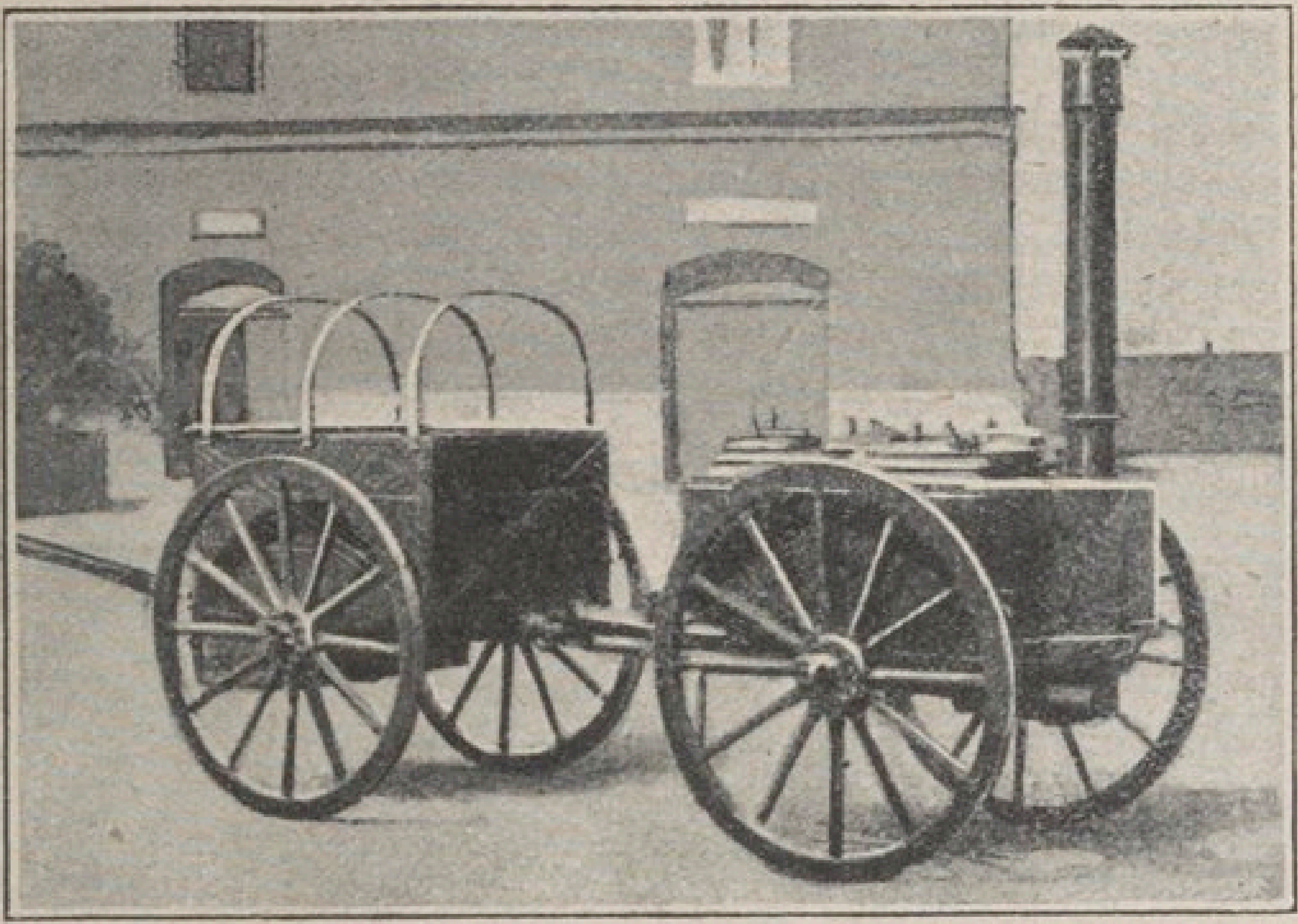


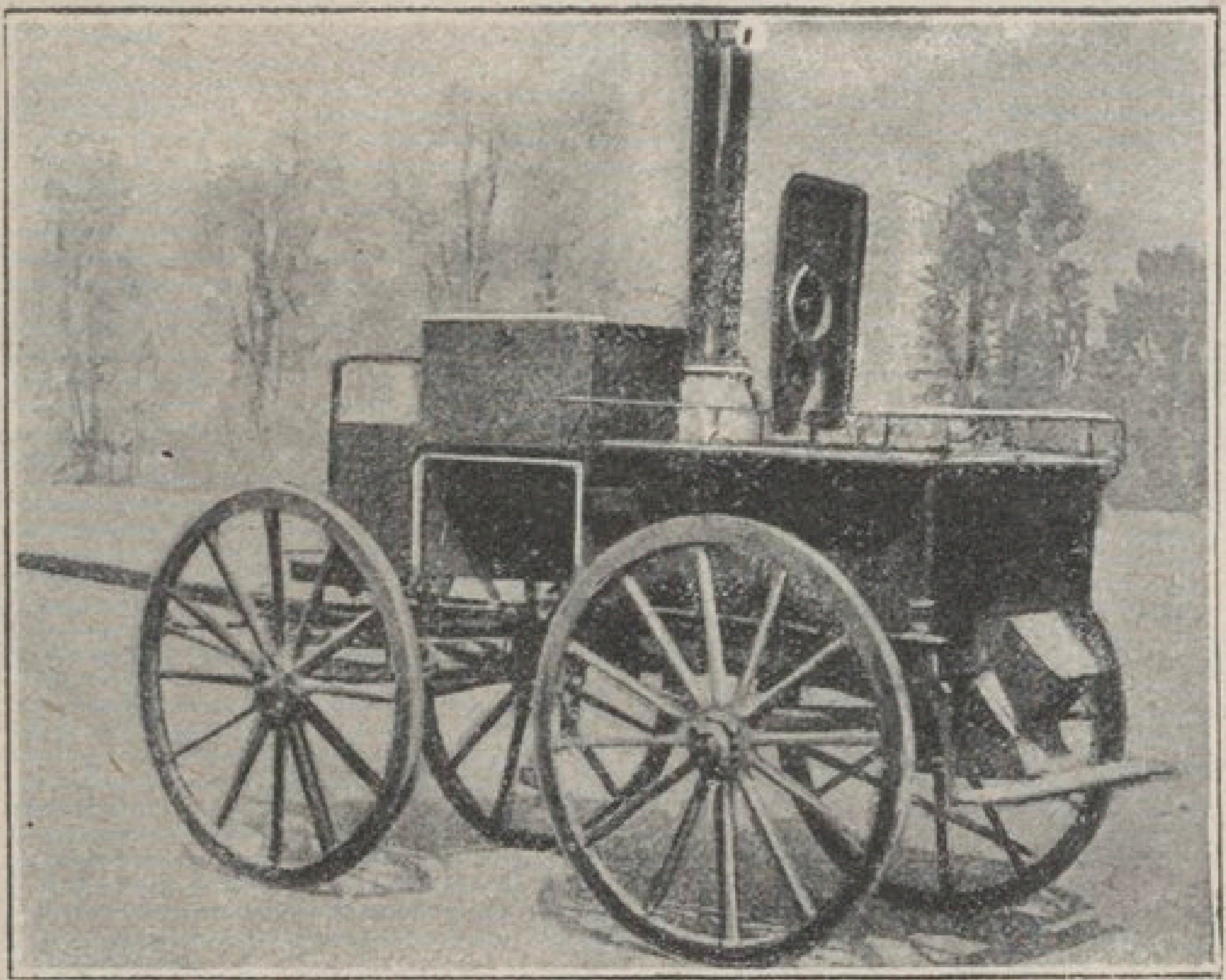
CUISINE ROULANTE DES ARMÉES AUSTRO HONGROISES (MODÈLE WANFRED WEISS)

Indépendamment de la cuisine roulante du type Brun, d'autres modèles aussi ingénieux que variés ont été adoptés par nos alliés. On utilisa en particulier, au cours de la campagne de Mandchourie, dans l'infanterie et l'artillerie, des grandes cuisines roulantes à quatre roues, traînées par deux chevaux, et, dans la cavalerie, des voitures à deux roues traînées par un seul cheval. Toutefois, on reconnut que les voitures-cuisines à quatre roues étaient trop lourdes par suite de la nature du sol mandchourien, et tous les corps de troupe se procurèrent des cuisines roulantes en forme de charrettes légères. Dans la campagne actuelle, durant les rudes épreuves de l'hiver 1914-1915, nos alliés durent le parfait état sanitaire de leurs troupes à l'em-

ploi exclusif de ces engins. A la tombée de la nuit, on amenait ces cuisines jusqu'aux abris les plus rapprochés des tranchées, qu'elles quittaient un peu avant le lever du jour. Des abris, la nourriture était portée dans des marmites, lorsqu'il n'était pas possible de faire venir les hommes manger par groupes, à proximité des cuisines roulantes elles-mêmes.

Les Japonais, qui sont maintenant les valeureux alliés des Russes, utilisent également ce mode de ravitaillement de leurs soldats, mais là, il est une question bien plus simple à résoudre, car le soldat japonais se nourrit presque exclusivement de riz. On adopta donc des voitures dont le but essentiel était d'obtenir de l'eau bouillie. Les voitures qui servent à cet usage sont ainsi constituées : le foyer et la chaudière, en tôle de fer, sont réunis en un cylindre de 52 centimètres de hauteur sur 62 centimètres de diamètre, et placés sur un bâti absolument indépendant, semblable à celui de la voiture réglementaire du train. A chaque voiture-chaudière est jointe une seconde voiture destinée à transporter l'eau bouillie et, au besoin, du riz cuit. Cette dernière est constituée par deux caisses étanches en bois de 3 centimètres d'épaisseur environ, doublées de zinc et assujetties de chaque côté de l'essieu sur le bâti de la voiture ordinaire du train. Les caisses sont fermées par des couvercles doublés intérieurement de cuir et fixés sur la caisse, dont les tranches, pour assurer une fermeture hermétique, sont également garnies de cuir au moyen de huit écrous à vis. Les Japonais ont, de même, employé des voitures-cuisines, sortes de fourneaux transportables surmontés de marmites en fer forgé. La particularité du dispositif adopté est la suivante : un récipient en tôle de fer mince, dont le fond et les parois sont perforés, est placé dans la marmite, de façon à ce que l'eau puisse circuler entre les deux parois. Ce récipient est destiné, ingénieusement, à empêcher le riz de se brûler au cours de la cuisson. La préparation du riz demande de quarante à quarante-cinq minutes, et il est aisément transporté par un matériel spécial aux troupes, dont ils constitue la principale nourriture.



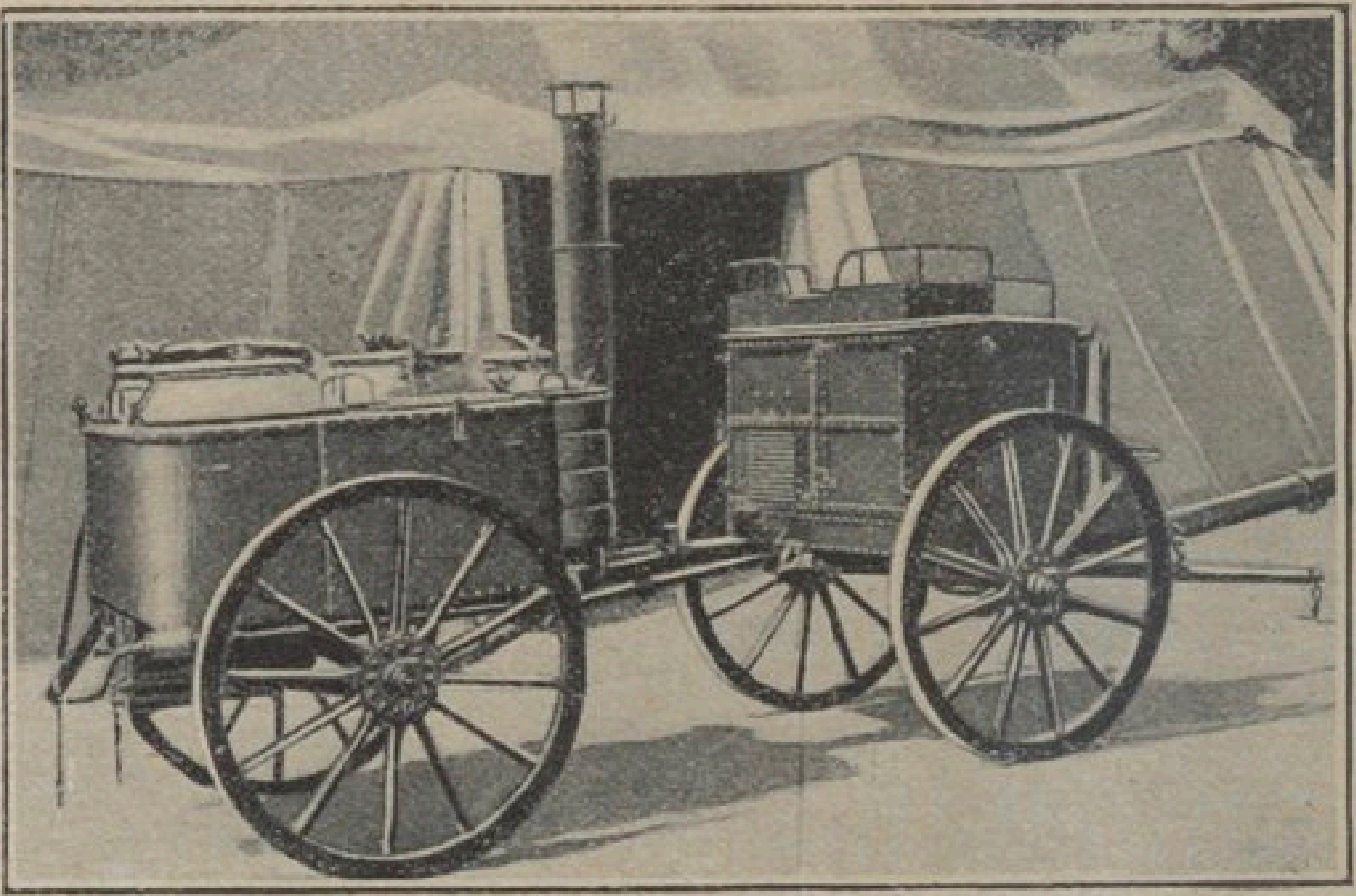


CUISINES DES ARMÉES AUSTRO-ALLEMANDES (MODÈLE DIT DE KLOSTERNEUBURG)
En haut : type n° 1 ; au dessous ; type n° 2.

En Autriche, les expériences avaient été faites durant les grandes manœuvres de 1906 avec des cuisines roulantes des types employés dans les armées russes. Les cuisines roulantes employées actuellement sont du modèle de Gratz ou du modèle de Klosterneuburg. La répartition des voitures-cuisines est la suivante : dans chaque régiment, en général, trois bataillons font usage

de cuisines roulantes, tandis que le quatrième bataillon utilise pour la préparation de ses aliments des marmites de campagne habituelles. Certaines unités austro-hongroises emploient aussi des appareils à cuisson automatique, mais il faut reconnaître, là encore, une fois de plus, que nos ennemis se sont servis des découvertes des Alliés et emploient tout particulièrement, comme on le sait, les voitures-cuisines de l'armée russe.

Je ne dirai rien du matériel employé en Allemagne, car il n'est qu'un plagiat de ce qui a été fait dans les autres nations, et plus particulièrement en France, dont le matériel, qui répond à tous les besoins de cette pénible guerre, ne saurait être décrit en ce moment. Tout ce que je puis dire pour notre pays est que, depuis dix mois environ, un grand progrès a été fait dans ce sens et que les cuisines automobiles donnent entière satisfaction au haut commandement et aux soldats, dont la santé nous est particulièrement précieuse.



TYPE MODERNE DE CUISINE ROULANTE EN USAGE DANS L'ARMÉE ALLEMANDE ET DANS L'ARMÉE AUTRICHIENNE

L'Italie, la Suisse, les Etats-Unis, la plupart des Etats, en somme, ont adopté les cuisines roulantes, et toutes les armées ont trouvé ce système extrêmement rapide et pratique.

Pour terminer cette étude très brève, et dont les détails sont incomplets, on ne saurait mieux faire que de citer l'opinion d'un des chefs les plus avisés de nos armées :

« Sans cuisines facilement transportables, écrivait-il dernièrement, les troupes, qu'elles soient dans les tranchées, au repos ou dans une bataille, ne reçoivent que des aliments mal cuits, et ceci quatre ou cinq heures après l'arrivée des denrées alimentaires. Si, de plus, une colonne en marche est profonde, les troupes de la queue ne peuvent manger qu'à une heure avancée de la nuit, à moins qu'elles n'aient pris leur repas avant le départ, par conséquent à une heure beaucoup trop matinale.

« Prenons, par exemple, le cas d'un corps d'armée à trois divisions, ayant à fournir une marche de 30 kilomètres sur une même route. Si les troupes ne sont pas pourvues de cuisines roulantes et facilement transportables, elles prendront leurs repas aux heures suivantes : avant-postes à 21 h. 30 ; éléments de la division de tête, à 21 h. 45 ; éléments de la division du centre, entre 21 h. 45 et 22 heures ; éléments de la division de queue, entre 11 heures et minuit ou entre 9 et 10 heures du matin, si la soupe a été mangée avant le départ. Selon les conditions de marche, l'heure du repas pourrait donc varier pendant plusieurs journées consécutives entre 9 heures du matin et 1 heure de la nuit. Il est inutile d'insister pour montrer les inconvénients d'un tel système et l'état sanitaire d'une troupe ne saurait que souffrir d'un semblable état de choses. »

De plus, les cuisines roulantes ont un autre avantage : elles permettent de faire facilement boire aux troupes de l'eau bouillie ou du thé, et c'est là un avantage des plus importants, surtout dans la guerre actuelle où nos sinistres ennemis avaient, à dessein, pollué les eaux des puits et des rivières, en y déposant des immondices et des cadavres d'animaux.

En résumé, l'adoption et la généralisation des cuisines roulantes a été une mesure humanitaire et très avantageuse pour l'hygiène des troupes aux armées. Il serait cependant imprudent de débarrasser les troupes des ustensiles de cuisines réglementaires dont elles sont munies, car, dans une retraite précipitée, il peut arriver que l'on soit obligé d'abandonner les cuisines roulantes.

Tout ce qu'on peut affirmer, en terminant, c'est que la parfaite organisation de ces engins sur le front français a donné les meilleurs résultats ; et il n'est pas un soldat, qui n'ait goûté les bienfaits des repas chauds que l'on n'aurait jamais pu fournir si l'on n'avait adopté et organisé en France un système de cuisines facilement transportables.

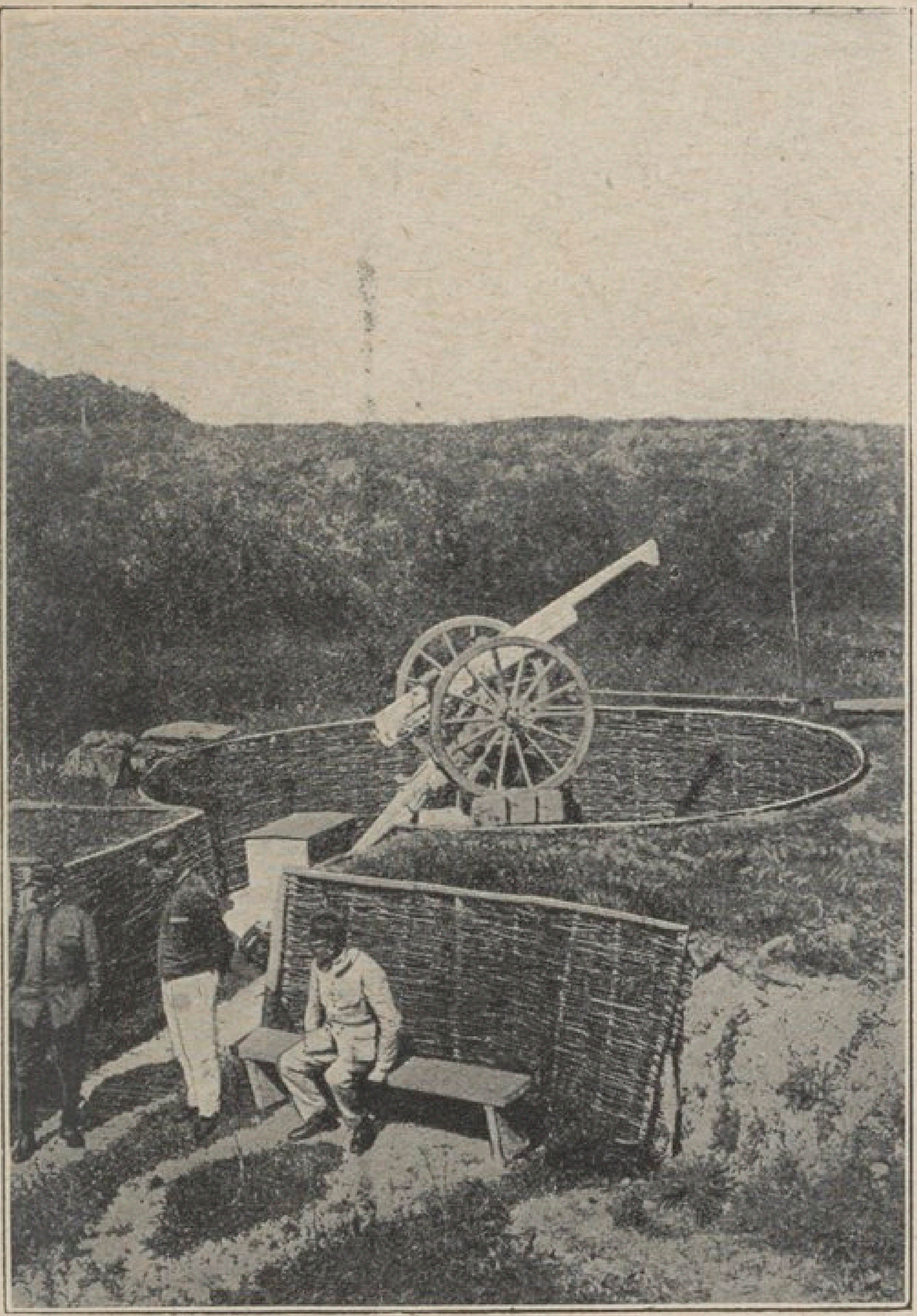
HENRY NIVOLLY.

LE TIR DES CANONS ANTI-AÉRIENS

Par G. VERCOURT

DANS l'air transparent, se détachant sur l'azur, un avion évolue, dont l'observateur règle posément le tir d'une batterie ou photographie les lignes qu'il survole. Dans la même région du ciel, parfois assez loin de l'appareil, à sa droite, à sa gauche, au dessus ou au-dessous de lui, des flocons blanchâtres apparaissent par groupes de deux ou de quatre, s'étalent, puis se dissipent peu à peu : ce sont les éclatements des obus fusants qu'une batterie anti-aérienne destine au visiteur indiscret ; l'oreille n'en perçoit que des détonations d'allure inoffensive, suivies par le sifflement ténu des éclats. Presque toujours, l'aéroplane poursuit avec calme sa mission en se bornant, quand les petits nuages blancs deviennent trop proches, à exécuter quelque souple évolution qui l'éloigne, pour un temps, de la zone dangereuse pour lui.

Qui, sur le front, n'a été cent fois témoin d'un spectacle de ce genre, et n'a pas été tenté d'attribuer à la maladresse des artilleurs leur impuissance contre un objectif si visible qu'il semble presque les narguer?

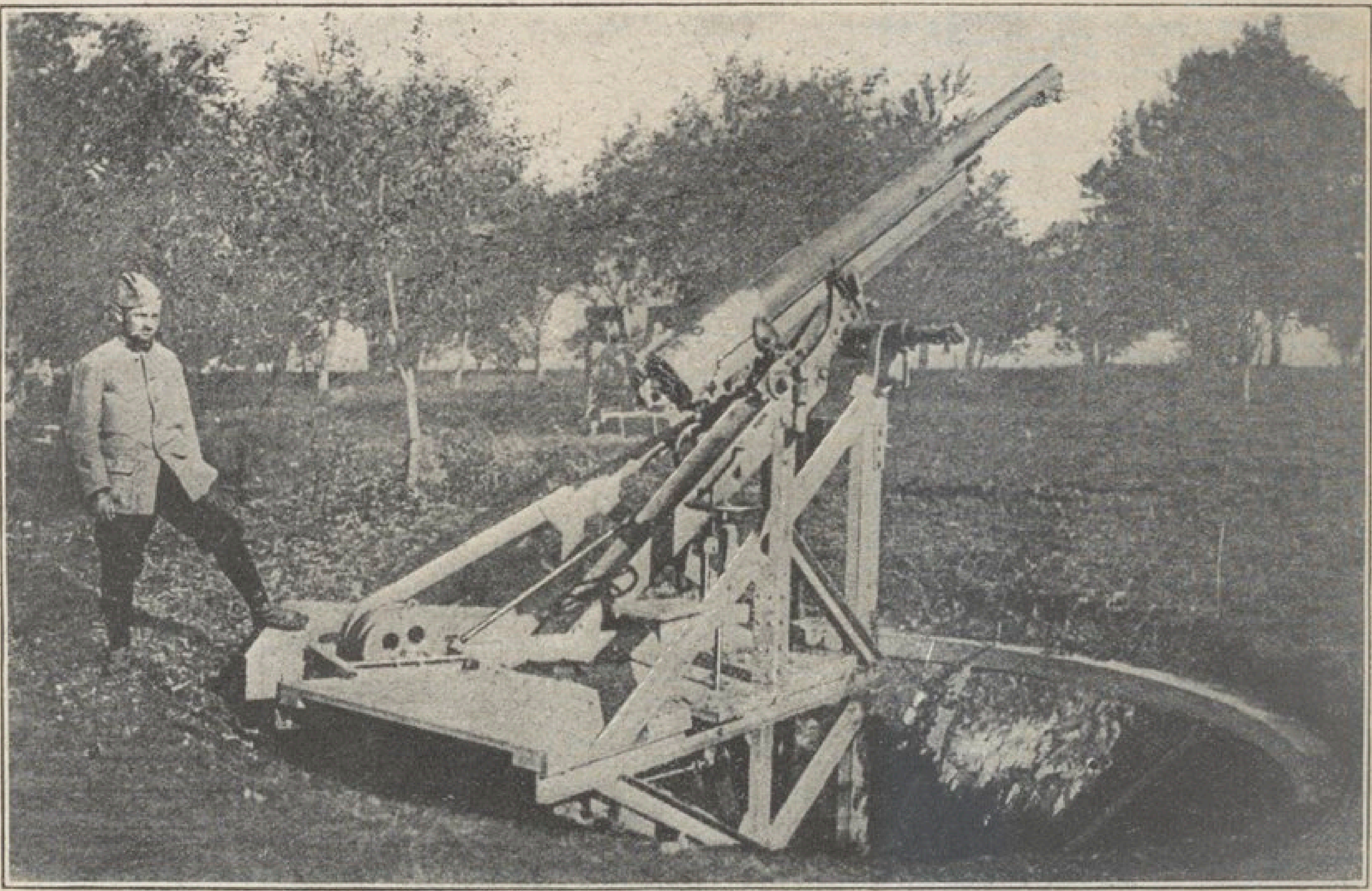


PIÈCE DE 75 POUR LE TIR CONTRE AVIONS EN BATTERIE DANS UNE PETITE ENCEINTE CLAYONNÉE

Cette critique, comme bien d'autres du même ordre, est parfaitement injustifiée et ne résiste pas à un examen un peu plus approfondi de la question. Si le personnel des batteries contre avions ne peut que fort rarement inscrire à son tableau de chasse quelque grand oiseau de guerre, c'est que le gibier de cette sorte jouit pour sa sauvegarde d'une foule de privilèges. A telles enseignes, que le problème a ouvert le champ à toute une nouvelle branche de la balistique et que la nécessité a été démontrée, pour le résoudre approximativement, d'un matériel et de procédés spéciaux qui diffèrent par beaucoup de points de l'outillage et des méthodes de tir des batteries de terre ordinaires.

Nos lecteurs comprendront sans peine que toute incursion, même sommaire, dans le domaine des appareils de tir actuellement en usage serait contraire à la discrétion qui s'impose en pareille matière ; mais ils ne seront sans doute pas fâchés d'avoir une idée aussi nette que possible des éléments du problème et des causes d'erreur que comportent ses solutions approchées.

Dans le n° 27 de *la Science et la Vie*, page 145, sous le titre *Les nouvelles méthodes d'action de l'artillerie*, nous avons expliqué comment les artilleurs définissent la position d'un objectif et les éléments d'un tir. Nous n'y reviendrons donc pas. Nous répéterons simplement, pour la clarté du sujet spécial que nous allons traiter, qu'avec une orientation, un site et une hausse exacts, on arrive neuf fois sur dix à faire tomber l'obus au bon endroit. C'est suffisant si l'on tire avec un projectile percutant, c'est-à-dire qui éclate quand il rencontre un obstacle, mais si l'on utilise l'obus fusant, il faut, de plus, pour que le tir soit réglé, que la longueur du tube fusant soit telle que l'éclatement se produise au point voulu de la trajectoire ; cette dernière condition est réalisée, comme on sait, à l'aide du *débouchoir automatique*, instrument remarquable gradué en distance, comme la hausse, et qui donne à la partie utile du tube fusant la longueur nécessaire.



CANON DE 75 MONTÉ SUR UN AFFUT SPÉCIAL A PIVOT CENTRAL ET POUVANT ÉVOLUER SUR UN CHEMIN DE ROULEMENT CIRCULAIRE

Les angles de site se mesurent sans difficulté et avec une extraordinaire précision, à l'aide d'une variété de graphomètre à limbe vertical, appelé *sitomètre*.

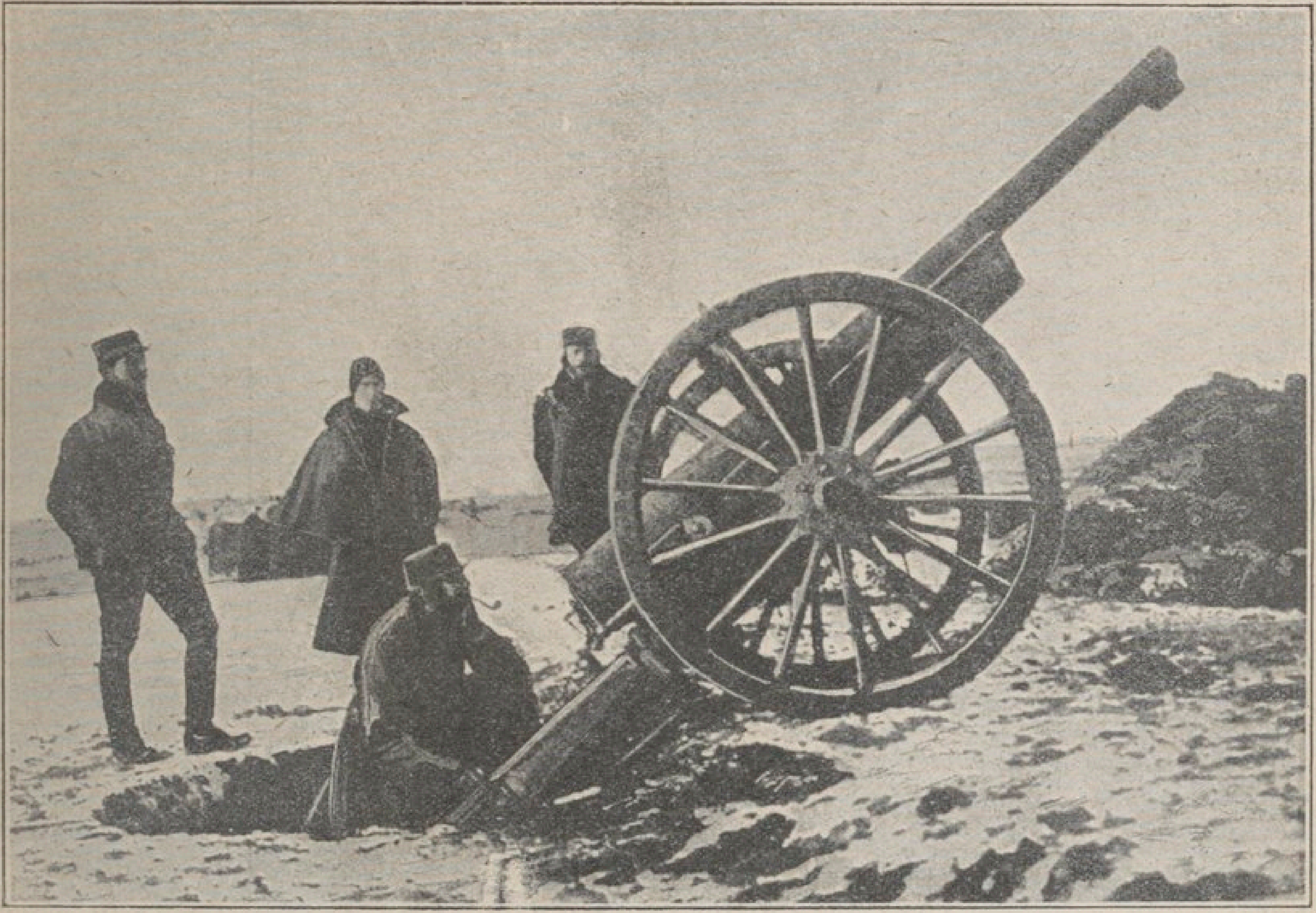
L'évaluation de la distance est plus délicate; *la Science et la Vie* a également publié (n° 21, page 47), une étude extrêmement complète sur les appareils qui la concernent et qui portent le nom de *télémètres*.

Il va de soi que *sitomètres* et *télémètres* ne trouvent leur emploi direct qu'autant que le but est visible de l'emplacement de la batterie. Dans le cas contraire, si on peut découvrir l'objectif d'un emplacement voisin, ces appareils peuvent encore servir à condition de tenir compte, pour commander le tir, de la situation relative de la batterie et de l'observatoire. Enfin, si l'objectif à battre est entièrement abrité des vues, une carte ou un canevas de tir à échelle assez grande peuvents seuls faire connaître avec exactitude le plan de tir ainsi que le site et la hausse.

Hâtons-nous d'ajouter que, dans le tir de campagne habituel, les appareils de mesure ne sont utilisés qu'à titre indicatif, et que c'est l'observation des effets du tir qui permet d'effectuer le réglage par tâtonnements successifs. Voici comment : dès que l'objectif, troupe à pied ou à cheval, batterie ou convoi ennemi, maison, bosquet, lisière de bois ou de village, est signalé au commandant de tir, celui-ci évalue approximativement, comme il a été dit, le site et la distance et fait tirer une première salve. L'observation directe, si le but est nettement visible, lui permet de se rendre compte si le tir est trop

long ou trop court. Dans le cas contraire, cette indication est donnée par téléphone ou par T.S.F., par un observateur terrestre ou aérien placé de manière à bien voir le but.

La hausse est alors modifiée dans le sens voulu et d'une quantité convenable pour qu'une deuxième salve éclate de l'autre côté du but, trop près si la première était trop loin, et inversement. On dit alors que l'objectif est *encadré* ou *pris en fourchette.* Il n'y a plus, dans les salves suivantes qu'à les résultats de la dernière salve, de tenir compte, s'il y a lieu, du mouvement de l'objectif. L'avion, lui, évolue dans le ciel avec une bien plus grande rapidité. Déjà, une automobile lancée sur une route à 60 ou 80 kilomètres à l'heure, est un but bien fugitif pour l'artilleur qui veut l'atteindre au passage ; pour l'aéroplane, c'est une bien autre histoire. Tout d'abord, sa vitesse est rarement, pour les appareils militaires actuels, inférieure à 120 kilomètres à l'heure,



AUTRE PIÈCE DE 75 DONT LA BÊCHE DE CROSSE EST A DEMI ENTERRÉE AFIN DE DONNER A L'ENGIN UNE INCLINAISON LUI PERMETTANT DE TIRER SOUS UN GRAND ANGLE

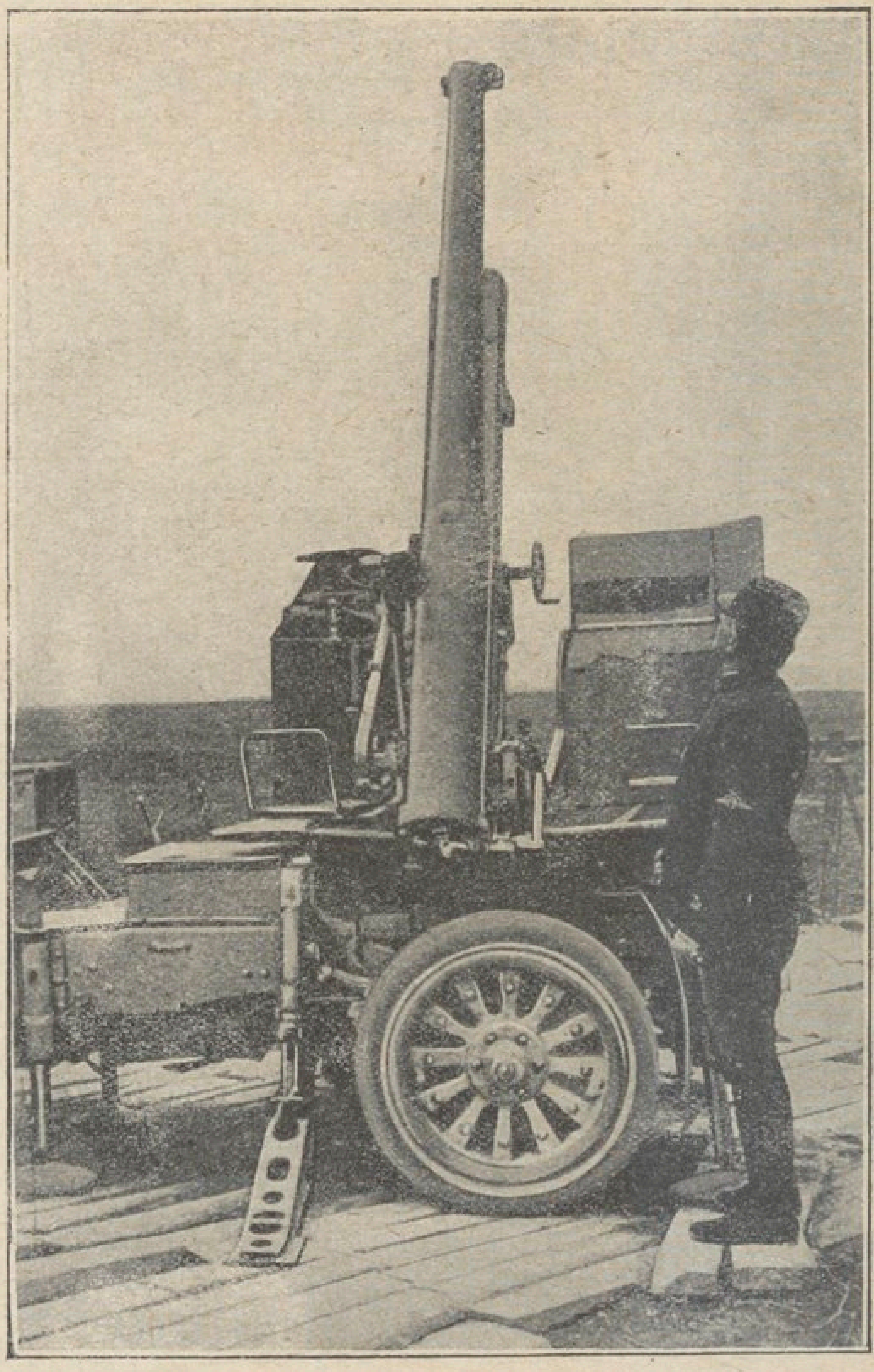
diminuer progressivement l'écart des deux hausses pour resserrer la fourchette jusqu'au moment où on tire au but. Bien souvent, ce résultat est atteint dès la troisième ou quatrième salve et la batterie peut dès lors ouvrir le terrifiant *feu d'efficacité.* On voit combien le procédé est élégant et précis ; mais cette fourchette miraculeuse qui, après quelques tâtonnements, pique à coup sûr fantassins ou cavaliers de ses quatre dents de feu, devient un outil maladroit et incommode dès qu'il s'agit d'un avion. En effet, les troupes de terre, même montées, ne peuvent parcourir que quelques dizaines de mètres entre deux salves consécutives ; il est assez facile, tout en rectifiant le tir d'après soit, si nous comptons bien, 2 kilomètres à la minute et environ 35 mètres à la seconde. Et puis, tandis que l'automobile est astreinte à suivre la route où elle ne peut qu'avancer ou reculer, que piétons et cavaliers, bien qu'ils puissent aborder les terrains les plus coupés et se déplacer vers l'avant, vers l'arrière, vers la droite et vers la gauche, restent rivés par leur poids à la surface du sol, l'avion a pour lui tout le ciel avec ses trois dimensions et peut ajouter aux mouvements précédents l'ascension et la descente. C'est ce que les mathématiciens expriment en disant que le teuf-teuf sur la route est un mobile jouissant d'un degré de liberté ; que fantassins et cavaliers ont deux degrés

de liberté, alors que la liberté de mouvements de l'aéroplane se chiffre par trois degrés.

Il y a plus : sur la plaine où bondissent les tirailleurs, devant la crête où vont surgir les fourrageurs, il y a des buissons, des débris d'arbres ou de maisons qui peuvent servir de repères fixes pour corriger les erreurs de direction et de portée. Dans l'air libre, il n'y a rien que les nuages indistincts et lointains, les éclatements des coups déjà tirés, dont on ne sait trop s'ils sont longs ou courts, et l'avion qui se dérobe au tir à toute vitesse.

« La belle affaire, répondront les chasseurs, nous aussi, nous avons à battre des objectifs aériens et mobiles et, que nous sachions, un canard sauvage qui vole à tire d'ailes n'est pas beaucoup moins agile que tous les fokkers et tous les taubes du monde. Et cependant, un chasseur habile abat un oiseau sur deux ou trois coups de fusil ; il suffit de viser en avant du but, et voilà tout le secret de l'affaire. »

Sans doute, mais, là encore, l'analogie des conditions n'est que superficielle ; une première différence tient à la nature des projectiles employés : les plombs de la cartouche de chasse forment une gerbe qui est dangereuse dès sa sortie de l'arme et le demeure tant que sa vitesse n'a pas trop diminué, c'est-à-dire jusqu'à la limite de la portée utile ; il suffit donc que cette gerbe croise l'oiseau sur son chemin pour qu'au moins un plomb ait chance de l'atteindre et de le démonter. L'obus fusant, au contraire, n'est efficace dans un volume appréciable qu'au moment de son éclatement : il peut passer à proximité immédiate de l'avion sans lui faire le moindre mal s'il n'est pas débouché de manière à éclater au moment du rapprochement. Le cas où l'obus viendrait à atteindre l'avion de plein fouet doit être tenu pour tellement improbable qu'il ne doit pas entrer en ligne de compte. Il ne suffit donc pas, comme dans le tir de chasse, d'avoir une trajectoire qui passe près de l'avion, mais encore faut-il provoquer l'éclatement au moment voulu.



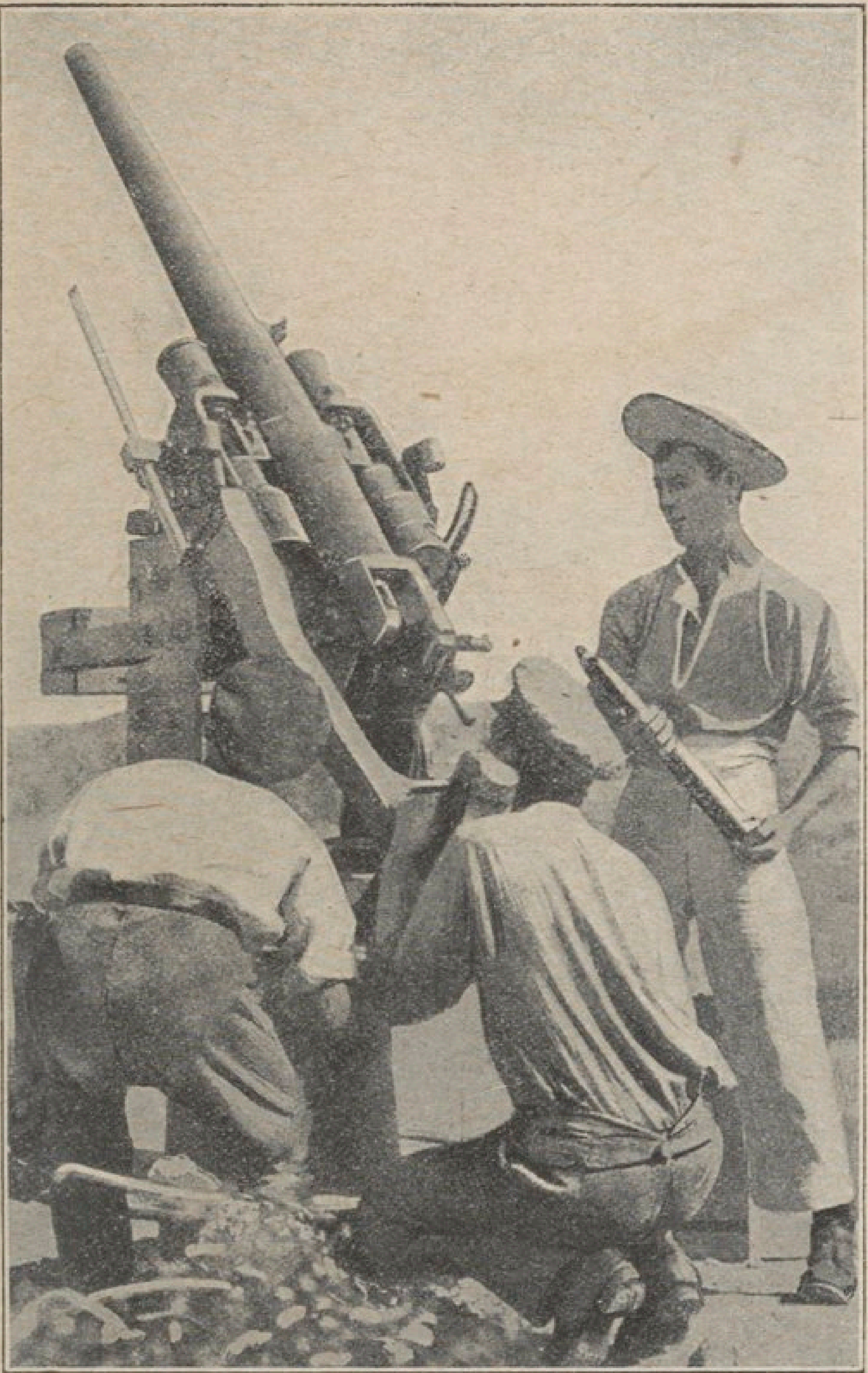
INSTALLATION SUR AUTO D'UNE PIÈCE DE CAMPAGNE
Ce canon peut prendre les inclinaisons nécessaires pour tirer efficacement contre les avions.

Enfin, et c'est là que nous touchons au cœur même de la difficulté, canard ou perdreau ne peut avancer, pendant les quelques centièmes de seconde que dure le trajet des plombs, que de quelques mètres. Bien fin serait le volatile qui, en un si court intervalle de temps et d'espace, s'aviserait de faire à propos le crochet ou le plongeon, ou la volte-face qui lui sauverait la vie. L'avion lui, vole autrement loin et haut : pour grande que soit la vitesse du projectile, il s'écoule, suivant l'éloignement, de dix à trente secondes, parfois davantage, avant que l'obus tiré sur l'aéroplane vienne éclater près de

son itinéraire probable. Or, pendant ces trente secondes, l'avion parcourt à sa guise plus d'un kilomètre ; s'il a fait demi-tour au moment où le coup partait, l'éclatement pourra dans ce cas particulièrement défavorable, se produire à deux kilomètres de l'appareil.

Pour avoir un bon tir, il faut que le canon soit orienté et incliné, et l'obus débouché de telle sorte que l'éclatement se produise, non au point où se trouvait l'avion au moment du départ du coup, mais au point où l'appareil, poursuivant sa marche rapide, est présumé devoir passer.

Il est clair que la liberté de mouvements de l'aéroplane pendant la durée de trajet du projectile, empêche de prévoir avec certitude où se trouve ce dernier point. Toute méthode de tir suppose implicitement que l'avion, à partir de l'instant où il a été repéré, poursuit son chemin en ligne droite avec la même vitesse ; même en partant de cette hypothèse simple, la position du point à viser ne dépend pas moins que de sept grandeurs : l'azimut, l'angle de site et la distance correspondant au point directement repérable, la valeur absolue de la vitesse et les deux angles qui définissent sa direction par rapport au plan de tir initial, enfin le temps, qui comprend la durée de la manœuvre si l'instant du repérage précède celui où part le coup de canon, et la durée de trajet du projectile



CANON SPÉCIAL ANGLAIS POUR LE TIR ANTI-AÉRIEN

Le tube est monté sur un affût pivotant et oscillant pour permettre de tirer dans toutes les directions.

Quelques-uns de ces éléments, comme l'azimut et le site initial sont assez faciles à déterminer ; la vitesse de l'avion varie dans des limites assez étroites et peut être évaluée avec quelque exactitude, par une opération tachymétrique. Quant à la distance, elle est d'une évaluation particulièrement délicate dans les conditions où l'on opère, c'est-à-dire sur un objectif très éloigné, très mobile et avec la nécessité d'agir vite pour ne pas augmenter le temps perdu

L'emploi des télémètres monostatiques, et en particulier des Barr et Stroud, conduit, dans ce cas spécial, à des erreurs qui peuvent atteindre, malgré toute l'habileté des opérateurs, 10 et même 15 % de la distance à mesurer, ce qui suffirait, sans plus, à brûler aux moineaux la poudre destinée aux aéroplanes. Quant aux méthodes télémétriques à grande base, elles présentent l'inconvénient de faire perdre parfois un temps considérable avant que l'observateur éloigné ait identifié l'avion que l'on vise, en admettant que celui-ci soit visible de son poste, ce qui n'arrive pas toujours ; de plus, l'emploi du téléphone et des tables trigonométriques nécessite également un délai appréciable quand il s'agit de repérer un objectif aussi rapidement mobile qu'un avion.

Lors même, d'ailleurs, que toutes les données que nous venons d'énumérer pourraient

se déterminer instantanément et sans erreur, on ne saurait en induire la position du point à viser pour atteindre l'avion avec certitude, et les éléments de tir correspondants que par de nouveaux calculs ou d'autres tables, ce qui impliquerait une assez grande perte de temps supplémentaire. Aussi s'est-on attaché, avec beaucoup d'ingéniosité, à combiner des dispositifs mécaniques qui effectuent automatiquement cette transposition et qui permettent, tout en suivant continuellement l'avion dans un collimateur ou une lunette, de décaler l'axe du canon par rapport à la ligne de visée en hauteur et en direction des angles voulus pour que la trajectoire aille, théoriquement, passer par le point considéré comme étant celui où doit se produire utilement l'éclatement du projectile. On élimine ainsi l'influence nuisible du temps mort de la manœuvre.

MITRAILLEUSE ANGLAISE LEWIS TIRANT CONTRE AVION

Installation de fortune sur une roue de charrette tournant sur son essieu disposé verticalement. Derrière le mitrailleur se tient le télémétreur, chargé de lui indiquer les distances de tir.

Il va de soi que tous ces réglages ajoutent aux erreurs des mesures les écarts caractéristiques du canon.

Si même, par extraordinaire, on parvenait à combiner des appareils de mesure absolument précis et un matériel de tir assez parfait pour ne donner lieu à aucun écart, de manière à éliminer toutes ces causes d'incertitude, il en resterait toujours une, et la plus importante, celle qui provient du mouvement de l'avion, pendant la durée du trajet, mouvement qui échappe à toute mesure. Cette dernière sauvegarde de l'aviateur ne pourrait disparaître ou perdre de sa valeur que le jour où l'on construirait un canon anti-aérien lançant ses projectiles avec une vitesse initiale dix ou vingt fois supérieure à celles réalisées jusqu'ici : on peut pronostiquer sans peine qu'une telle arme n'est pas à la veille de faire son apparition.

Tels sont, dans leurs grands traits, les côtés de la question se prêtant plus ou moins directement à l'analyse mathématique ; une difficulté d'ordre un peu différent provient de la vulnérabilité relativement faible des aéroplanes : seul l'éclat d'obus, qui détériore le moteur, casse l'hélice ou met le pilote assez mal en point pour lui interdire l'usage de ses commandes, provoquera la chute certaine. Les autres organes : fuselage, ailes, gouvernails, peuvent subir de graves avaries sans que l'avion soit empêché de rentrer sans encombre. Aussi s'attache-t-on maintenant, dans la construction des avions de guerre, à protéger le moteur et son réservoir, et, autant que faire se peut, le personnel.

Ceci achève de nous expliquer pourquoi les spécialistes du tir contre aéronefs estiment qu'il faut un coup de canon exceptionnellement heureux pour descendre un appareil et comment les aviateurs affirment que l'émotion et le danger d'un barrage aérien ne sont que jeux d'enfant à côté des risques du combat avec un aéroplane ennemi. C'est qu'alors on se retrouve dans des conditions de distance comparables à celles du tir de chasse ; mais il y faut d'autres nerfs, car chacun des deux combattants, s'il joue le rôle passionnant de chasseur, subit en même temps le sort terriblement hasardeux du gibier.

G. VERCOURT.

CHRONOLOGIE DES FAITS DE GUERRE SUR TOUS LES FRONTS

(Nous reprenons cette chronologie aux dates suivant immédiatement celle où nous avons dû l'interrompre dans notre précédent numéro).

FRONT OCCIDENTAL

Août 1916

Le 12. — *Nous enlevons, après un dur combat une partie du village de Maurepas.*

Le 13. — *Progrès aux environs de Maurepas. — Les Anglais avancent au nord de Pozières, malgré la résistance de l'ennemi.*

Le 14. — *Nous élargissons nos positions conquises à proximité du village d'Estrées.*

Le 16. — *En liaison avec les Anglais, nous enlevons 1.500 mètres de tranchées allemandes, et nous atteignons la route de Guillemont à Maurepas. — Sur la route de Maurepas à Cléry, nous occupons les positions ennemies sur un front de deux kilomètres, avec une profondeur de 500 mètres. — Près de Pozières, les Anglais déciment la garde prussienne.*

LE BRIGADIER-GÉNÉRAL R. G. LECKIE

Commandant la brigade canadienne qui s'est couverte de gloire à la prise de Thiepval.

Le 18. — *Dans la Meuse, nous délogeons l'ennemi de Fleury et nous enlevons deux redoutes près de Thiaumont.*

Le 19. — *Furieuses contre-attaques allemandes repoussées à Maurepas et à Cléry.*

Le 20. — *Nous nous emparons d'un bois fortement organisé, entre Maurepas et Guillemont, et nous y prenons 8 canons.*

Le 23. — *Entre Fleury et Thiaumont, une brillante attaque nous permet de réaliser un sensible progrès.*

Le 24. — *Nous achevons la prise de Maurepas. — Près de Thiepval, les troupes britanniques réalisent une avance sérieuse.*

Le 26. — *La garde prussienne, amenée du front de Verdun, est repoussée par les Anglais avec de lourdes pertes, au sud de Thiepval.*

Le 28. — *Nouveaux progrès aux abords de l'ouvrage de Thiaumant. — Les Anglais occupent des organisations ennemies entre le bois Delville et celui des Foureaux.*

Le 31. — *Au sud de la Somme, progrès français aux abords d'Estrées.*

Septembre

Le 3. — *En liaison avec les Anglais, nous enlevons Cléry et Le Forest, au nord de la Somme ; nous prenons 14 canons et nous faisons 2.000 prisonniers. — Les Anglais s'emparent du village de Guillemont.*

Le 4. — *Au sud de la Somme, nous poursuivons l'offensive sur un front de 20 kilomètres ; nous enlevons Chilly et Soyécourt, et nous faisons près de 3.000 prisonniers.*

Le 5. — *Brillante avance française au nord et au sud de la Somme ; nos gains sont de 32 canons, dont 12 lourds, une grande quantité de mitrailleuses, près de 8.000 prisonniers, etc.*

Le 6. — *Nous enlevons la moyenne partie des villages de Berny-en-Santerre et de Vermandoviller. Nous tenons les abords de Chaulnes, et nos alliés achèvent brillamment la prise du bois de Leuze.*

Le 7. — *Quatre furieuses attaques allemandes entre Vermandovillers et Chaulnes sont repoussées avec des pertes très élevées. Il en est de même sur la rive droite de la Meuse.*

Le 9. — *A l'ouest de Fleury-devant-Douaumont, nous enlevons des tranchées allemandes et nous faisons 300 prisonniers. — Dans la Somme, des attaques nocturnes de l'ennemi sont repoussées. — Les troupes britanniques achèvent la conquête de Ginchy et progressent au delà du village.*

Le 11. — *Les Allemands attaquent Ginchy sans succès.*

Le 12. — *Sur un front de six kilomètres, nous enfonçons les premières lignes ennemies, nous occupons la route de Péronne à Bapaume, nous prenons des canons et nous faisons 1.500 prisonniers. En fin de journée, nous enlevons le village de Bouchavesnes et la ferme fortifiée du Bois-Labé.*

Le 13. — *Furieuses contre-attaques allemandes dans la Somme ; l'ennemi reprend la ferme du Bois-Labé, que nous lui enlevons de nouveau, et nous maintenons tous nos gains. Le total connu des prisonniers est de 2.300, plus 10 canons, dont plusieurs lourds, et 40 mitrailleuses.*

Le 14. — *Nous élargissons nos gains au sud-est de Combles, et nous enlevons d'assaut*

la ferme Le Priez, fortement organisée. — Les Anglais repoussent plusieurs attaques.

Le 15. — *Les troupes britanniques, attaquant sur dix kilomètres, prennent Martinpuich, Flers, Courcelette, le bois des Bouleaux, celui des Foureaux, et font plus de 2.300 prisonniers.*

Le 16. — *Nous progressons au nord de Bouchavesnes. — Les Anglais prononcent leur avance entre l'Ancre et la Somme et font 1.700 prisonniers.*

Le 17. — *Au sud de la Somme, nous achevons la prise des villages de Vermandovillers et Berny, et nous faisons un millier de prisonniers. — Les Anglais enlèvent la ferme du Mouquet,*

Le 18. — *Notre infanterie enlève le village de Deniécourt et progresse d'un kilomètre dans la direction d'Ablaincourt. — Entre Ginchy et le bois des Bouleaux, les Anglais prennent l'ouvrage fortifié nommé le Quadrilatère, avancent d'un kilomètre et prennent des mitrailleuses.*

Le 20. — *Les Allemands dirigent contre les positions anglo-françaises de la Somme, pendant neuf heures, quatre puissantes attaques massives ; repoussés, ils laissent sur le terrain des monceaux de cadavres.*

Le 21. — *Nous enlevons des tranchées dans la région de Thiaumont.*

Le 22. — *Aux abords de Combles, une de nos compagnies s'empare d'une maison fortement organisée et fait une centaine de prisonniers. — Les Anglais progressent sur un front de 1.600 mètres dans la région de l'Ancre.*

Le 23. — *Le communiqué officiel français signale que, depuis le 1er juillet jusqu'au 18 septembre, les Alliés ont fait 55.800 prisonniers dans la Somme.*

Le 25. — *Reprise de l'offensive dans la Somme ; nous nous emparons de Rancourt, et les Anglais prennent Morval et Lesbœufs ; le village de Combles est à peu près encerclé.*

Le 26. — *Les Anglo-Français s'emparent de Combles et font plus de 5.000 prisonniers. — Les Anglais occupent Thiepval, et se trouvent à quatre kilomètres de Bapaume.*

Le 27. — *Les Anglais atteignent Eaucourt et s'emparent d'une forte redoute au nord-est de Thiepval ; en quinze jours, ils ont fait 10.000 prisonniers.*

Le 28. — *Sanglant échec d'une attaque allemande sur le front Thiaumont-Fleury.*

Le 29. — *Les troupes britanniques progressent, après de rudes combats, en avant de Thiepval et font 600 prisonniers.*

Octobre

Le 1er. — *Les Anglais s'emparent de trois kilomètres de tranchées et du village d'Eaucourt-l'Abbaye.*

Le 2. — *Nous progressons à l'est de Bouchavesnes. — Combats violents sur le front anglais.*

Le 3. — *Nous prenons à la baïonnette une tranchée importante au nord de Rancourt, et nous faisons 200 prisonniers.*

Le 4. — *Petite avance française à l'est de Morval, où nous prenons 9 canons de 88.*

Le 5. — *Vaines attaques allemandes contre les lignes anglaises, et nouveaux progrès de nos troupes dans la région de Morval.*

Le 7. — *Les Anglo-Français reprennent l'offensive dans la Somme ; les premiers progressent d'un kilomètre entre Lesbœufs et Gueudecourt et s'emparent du village de Sars ; les seconds portent leur ligne à 1.000 mètres en avant de Morval et font 400 prisonniers.*

Le 9. — *Progrès franco-anglais en Picardie. Nos alliés infligent des pertes sensibles aux Allemands et leur font 200 prisonniers.*

Le 10. — *Entre Berny et Chaulnes, nous enlevons les positions allemandes sur un front de 5 kilomètres et nous faisons près de 1.800 prisonniers, dont de nombreux officiers.*

FRONT ORIENTAL

Août 1916

Le 14. — *Les Russes traversent victorieusement la Zlota-Lipa. — Un relevé officiel expose qu'en soixante-dix jours, nos alliés ont pris, sur leur front européen seulement, 405 canons, 1.326 mitrailleuses et près de 360.000 prisonniers, dont 8.000 officiers.*

Le 16. — *Le général Roussky est nommé commandant des armées du front du Nord, en remplacement de Kouropatkine.*

Le 17. — *Une offensive ennemie sur la Zlota-Lipa est repoussée avec des pertes énormes. — Les Russes poursuivent leur progression dans les Carpathes.*

Le 19. — *Progrès russes sur le Stokhod et occupation des hauteurs de Jablonica par nos alliés.*

Le 22. — *Dans la direction de Mossoul, les Russes détruisent une division turque et capturent deux régiments. — Ils reprennent Mousch, à l'ouest du lac de Van.*

Le 23. — *Evacuation de Bitlis par les Turcs.*

Le 31. — *Les armées de Broussiloff reprennent l'offensive de Kovel aux Carpathes, prennent 6 canons, 55 mitrailleuses, et font 16.000 nouveaux prisonniers.*

Septembre

Le 3. — *Les Russes battent les Austro-Allemands sur la Zlota-Lipa et leur font encore près de 3.000 prisonniers.*

Le 4. — *Les Russes, marchant vers Halicz, font 4.500 prisonniers, dont 2.000 Allemands appartenant à l'armée Bothmer.*

Le 6. — *Nos alliés, poursuivant leur avance victorieuse, bombardent Halicz, font 5.600 prisonniers, dont 3.000 Allemands.*

Le 7. — *De forts éléments des armées de Roussky passent la Dvina, au nord de Dvinsk. — Le front de Bothmer est rompu ; il doit reculer vers Lemberg.*

Le 9. — *Nouveaux progrès de nos alliés*

dans les Carpathes, où ils font 2.000 prisonniers, dont beaucoup d'officiers.

Le 10. — *L'important massif du mont Kapoul, dans les Carpathes, est enlevé par les Russes, qui font encore un millier de prisonniers et prennent du matériel.*

Le 11. — *Une fougueuse contre-attaque austro-allemande, pour sauver Halicz, est arrêtée sur la rivière Bistritsa.*

Le 16. — *Les Russes battent les Allemands au nord du Dniester, leur prennent des canons, vingt mitrailleuses et leur font 3.759 prisonniers.*

Le 19. — *Des contre-attaques allemandes, dans la région d'Halicz, sont repoussées avec de lourdes pertes.*

Le 23. — *Sur le Sereth supérieur, les Russes repoussent de violentes contre-attaques ennemies et font 1.500 prisonniers.*

Le 27. — *Echec d'attaques allemandes à l'ouest de Riga et d'une grosse offensive dans la région de Pinsk.*

Le 30. — *A l'est de Lemberg, les armées combinées des généraux Sakharoff et Tcherbatcheff enfoncent les lignes allemandes et font plus de 4.000 prisonniers.*

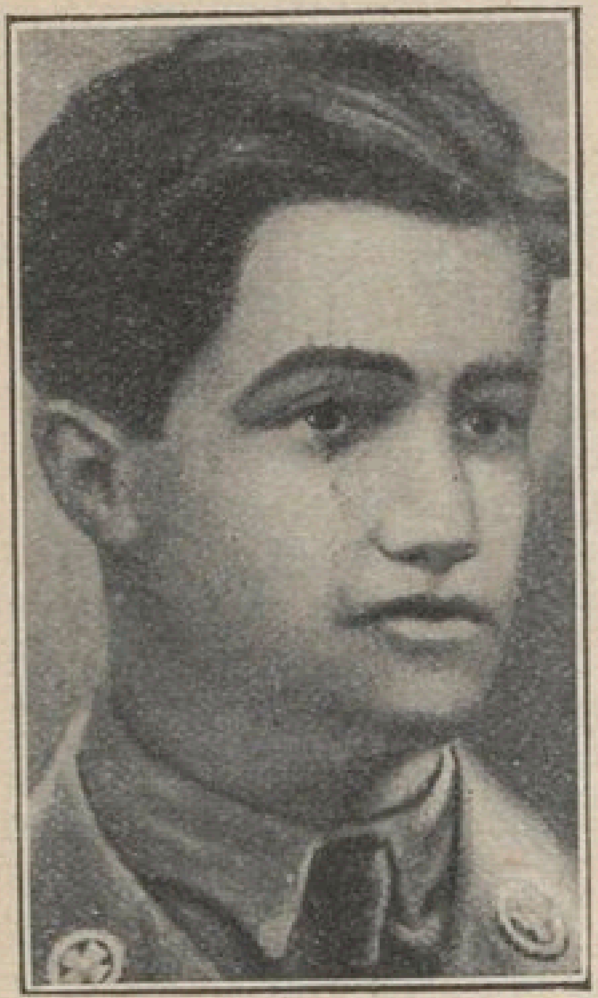
Octobre

Le 2. — *L'armée Tcherbatcheff bat l'ennemi dans la région de Brzezany et commence le bombardement de cette ville. En trois jours, les Russes ont fait 5.000 prisonniers.*

Le 4. — *Combats acharnés sur la ligne de Vladimir-Volynski au Dniester; les Russes s'emparent de nouvelles positions.*

Le 7. — *A l'est de Brzezany, les Russes enlèvent les tranchées avancées autrichiennes.*

Le 8, 9 et 10. — *Les Russes repoussent un certain nombre d'attaques allemandes.*



LE CAPITAINE BALL

Cet aviateur anglais n'a que vingt ans; au 2 octobre 1916, il avait descendu son trentième appareil ennemi.

FRONT ITALIEN

Août 1916

Le 12. — *Violent bombardement de Tolmino par l'artillerie italienne.*

Le 13. — *Sur le Carso et à l'est de Gorizia, nos alliés s'emparent de positions autrichiennes et font 2.000 prisonniers.*

Le 15. — *Les Italiens prennent des retranchements d'une extrême puissance. et font des prisonniers au nord du Carso.*

Le 16. — *La gare de Santa-Lucia, dans la région de Tolmino, est bombardée par nos alliés.*

Le 20. — *Echec de violentes attaques autrichiennes sur tout le front du Trentin.*

Le 27. — *Le gouvernement italien déclare qu'à dater du 28 août, il se considérera comme étant en état de guerre avec l'Allemagne.*

Septembre

Le 3. — *L'artillerie italienne détruit la gare de Tolbach, rendant ainsi très difficiles les communications de l'ennemi.*

Le 6. — *Offensive vigoureuse des Italiens, de Tolmino à la mer, sur un front de 50 kilomètres : la canonnade est terrible.*

Le 9. — *Les Autrichiens bombardent Gorizia, détruisant l'église, le théâtre et l'hôpital.*

Le 10. — *Les Italiens s'emparent d'importants ouvrages ennemis, dans la vallée de Leno, et capturent quelques canons.*

Le 14. — *Sur le Carso, malgré une pluie torrentielle, l'infanterie italienne enlève plusieurs lignes de tranchées et fait plus de 2.000 prisonniers.*

Le 15. — *Conquête de tranchées ennemies sur le Carso, dans la direction de Loquizza; fait 1.077 prisonniers.*

Le 16. — *Succès italiens sur tout le front, et 800 prisonniers dans la région du Carso.*

Le 19. — *Avance italienne très importante près de Santa-Caterina, à l'est de Gorizia.*

Le 22. — *Des attaques vigoureuses des Autrichiens, sur le Carso, n'aboutissent qu'à des échecs sanglants.*

Le 24 — *Les alpins italiens, dans le Trentin, secteur d'Avisio, s'emparent d'une cime de 2.456 mètres, malgré la résistance acharnée de l'ennemi, et s'y fortifient.*

Le 27. — *Sanglant échec autrichien dans une attaque dirigée contre les positions italiennes du mont Sief.*

Le 30. — *Dans le val Travenanzes (Haut-Boïte), les alpins italiens mettent en fuite des contingents autrichiens et s'emparent d'un matériel considérable : fusils, mitrailleuses et des engins de tranchées.*

Octobre

Le 2. — *Succès italiens dans le Trentin et les Alpes Carniques, où les Autrichiens sont chassés de hauteurs importantes.*

Le 3. — *Sensibles progrès de nos alliés dans le massif de Colbricon. — Les Italiens occupent l'Epire du nord.*

Le 5. — *Dans le Haut-Avisio, les Italiens enlèvent plusieurs tranchées et s'emparent d'un très important matériel.*

Le 6. — *Nos alliés enlèvent de hauts sommets dans les Dolomites et font des prisonniers.*

Le 7. — *Les positions conquises la veille, dans les Dolomites, sont violemment et infructueusement attaquées par les Autrichiens*

Le 9. — *Au Colbricon, les Autrichiens tentent une attaque en formations serrées et sont repoussés avec de lourdes pertes.*

Du 10 au 13. — *Les Italiens remportent une série de victoires dans le Trentin et sur le Carso : ils font près de 8.000 prisonniers.*

DANS LES BALKANS

Août 1916

Le 11. — *Des contingents italiens débarquent à Salonique.*

Le 12. — *Nous chassons les Bulgares de plusieurs villages, dans le secteur de Doiran.*

Le 17. — *Les troupes françaises chassent les Bulgares d'un ouvrage fortifié nommé La Tortue, ainsi que du village de Dolzelli.*

Le 18. — *Avance bulgare vers Serès et Cavalla ; les Grecs se retirent sans combattre.*

Le 20. — *Les alliés franchissent la Strouma, refoulant l'ennemi devant eux, et se fortifiant sur le terrain occupé.*

Le 24. — *Importants progrès serbes dans la région de Kukuruz ; les Anglais détruisent les ponts de la rivière Angista ; nous occupons des positions en avant de Ljimnica.*

Le 25. — *Six attaques bulgares contre les Serbes, dans la région de Vetrenik, n'aboutissent qu'à un sanglant échec. — Arrivée de contingents russes à Salonique. — Des croiseurs anglais bombardent Cavalla.*

Le 27. — *La Roumanie déclare la guerre à l'Autriche-Hongrie.*

Le 28. — *L'Allemagne déclare la guerre à la Roumanie. — L'artillerie roumaine bombarde Orsova, et les troupes roumaines envahissent la Transylvanie. — Les Bulgares occupent Drama.*

Le 29. — *La Turquie déclare la guerre à la Roumanie. — Les Roumains occupent de nombreuses localités, parmi lesquelles le centre industriel de Petrossana. — Un zeppelin bombarde Bucarest ; dégâts nuls. — Vaine attaque bulgare contre les alliés, dans la région du lac d'Ostrovo. — De forts contingents russes entrent en Dobroudja.*

Le 30. — *Occupation de Brasso par les Roumains.*

Le 31. — *Progression constante des Roumains en Transylvanie. — La Bulgarie déclare la guerre à la Roumanie.*

Septembre

Le 1er. — *Bombardement de Varna par les Roumains. — Attaque bulgare repoussée dans la région de Silistrie. — Les flottes alliées croisent devant le Pirée.*

Le 2. — *Note des Alliés réclamant de la Grèce le renvoi des agents allemands et le contrôle des postes et télégraphes. — Les Roumains occupent Borsck. — Attaque germano-bulgare sur la frontière de la Dobroudja.*

Le 3. — *La Grèce cède aux alliés. — Violents assauts contre Turtukaïa. — Les Bulgares canonnent furieusement le secteur de Doiran.*

Le 5. — *Les Roumains occupent Orsova, où ils prennent des canons.*

Le 6. — *Après de furieux combats, les Bulgares occupent Turtukaïa. — Le colonel Christodoulos, après avoir défendu Sérès contre les Bulgares, gagne Cavalla, occupe la ville et reprend les forts.*

Le 8. — *Les Russo-Roumains chassent les Bulgares de Dobritch. — Silistrie est occupée par les Bulgares.*

Le 11. — *Les Anglais passent la Strouma et, après un vif combat, chassent les Bulgares des importants villages de Karadjakij et de Nevoljen.*

Le 12. — *A l'ouest du Vardar, les troupes alliées enlèvent trois kilomètres de tranchées bulgares sur une profondeur de 800 mètres. — Les Serbes progressent aux environs de Kovil et les Alliés gagnent du terrain aux abords du lac d'Ostrovo.*

Le 13. — *Avance serbe à l'ouest du Vardar, où nos alliés infligent de grosses pertes aux Bulgares. — Les Roumains progressent en Transylvanie, où ils occupent Nogara.*

Le 14. — *Les troupes anglaises s'emparent d'une partie du village de Matchukovo, occupé par les Bulgares. — Les Serbes, dans la région du lac d'Ostrovo, battent les Bulgares, les poursuivent sur 15 kilomètres de profondeur, font de nombreux prisonniers.*

Le 15. — *Situation excellente sur l'ensemble du front ; les Serbes, poursuivant leurs succès, prennent sept autres canons et s'avancent vers Florina.*

Le 16. — *La poursuite de l'ennemi par les Serbes continue. — Les forces franco-russes approchent de Florina. — En Transylvanie, les troupes roumaines s'emparent de haute lutte des villes de Fogaras, Homorod, Almas et Cohaim, et font un millier de prisonniers.*

Le 17. — *Tandis que les Serbes poursuivent leur marche victorieuse, les troupes françaises et russes enlèvent d'assaut Florina.*

Le 19. — *Dans la région d'Enigea (Dobroudja), les troupes roumaines attaquent l'ennemi avec succès. — Les Serbes s'emparent des plus hautes cimes du massif du Kajmackalan, commandant la vallée de la Cerna.*

Le 20. — *Les troupes allemandes, bulgares et turques sont complètement battues par les Roumains en Transylvanie et contraintes à une retraite précipitée.*

Le 21. — *En Macédoine, les Serbes atteignent Vrbeni et les Français progressent sur les hauteurs dominant la route de Florina à Popli.*

Le 22. — *Les Russo-Roumains battent de nouveau l'ennemi en Dobroudja, l'obligeant à abandonner ses retranchements.*

Le 24. — *L'aile gauche de l'armée de Salonique progresse ; les Serbes s'emparent de nouvelles crêtes, les Français attaquent Petorak, les Russes enlèvent les hauteurs à l'ouest de Florina.*

Le 25. — *Attaquant en masse, à l'est de Florina, les Bulgares, fauchés par l'artillerie française et les feux de notre infanterie, sont repoussés avec des pertes énormes. — Echec sanglant de trois attaques ennemies en formation massive en Dobroudja.*

Le 28. — *Quatre nouvelles attaques bulgares contre les Serbes sont repoussées avec des pertes très lourdes pour l'agresseur.*

Le 29. — *Attaqués pendant trois jours par des forces supérieures, les Roumains reculent au nord de Sibiu. — Les Anglais enfoncent les lignes bulgares sur la rive gauche de la Strouma, et les Serbes s'emparent de nouvelles et importantes hauteurs.*

Octobre

Le 1er. — *En Dobroudja, les Roumains repoussent le centre et le flanc droit de l'ennemi ; ils passent le Danube entre Roustchouk et Turtukaïa, menaçant l'arrière de l'armée de Mackensen. — Nouveaux succès anglais sur la Strouma et avance importante des Serbes dans le massif du Kajmackalan.*

Le 2. — *Repoussant l'ennemi, les Serbes, descendant du Kajmackalan, s'emparent de Sovic, en territoire serbe. — Les Français chassent les Bulgares des localités grecques de Pétorac et Vrbeni. — Les Anglais, à l'est de la Strouma, enlèvent Jenikoi.*

Le 3. — *Les Bulgares sont en fuite vers le nord et les Serbes sont à 10 kilomètres de Monastir. Les troupes anglaises, russes et françaises font des progrès également sur tout le front. — En Dobroudja, les Roumains battent les Germano-Bulgares à Ansaveax et leur font un millier de prisonniers.*

Le 4. — *Les Alliés franchissent la Cerna ; d'autres contingents, descendant des monts Baba, occupent Bouf et Popli ; nouvelle avance serbe ; la voie de Monastir est ouverte et les Bulgares se retirent.*

Le 6. — *Avance générale des Alliés ; les Anglais occupent Nevoljen, les Serbes atteignent la vallée de Bela Voda, les Français occupent German, sur les rives du lac Prespa. — Les Russo-Roumains enlèvent plusieurs villages en Dobroudja. — Les Roumains sont obligés d'évacuer une partie de la Transylvanie.*

Le 7. — *Nouveau succès des Serbes, qui battent les Bulgares sur la rive gauche de la Cerna, s'emparent du village de Skocivir et refoulent l'ennemi à un kilomètre au nord, lui faisant plus de 200 prisonniers*

Le 9. — *Tout le front de la Strouma est évacué par les troupes bulgares.*

Les 10 et 11. — *Les Roumains ont évacué la plus grande partie de la Transylvanie.*

DANS LES AIRS

Août 1916

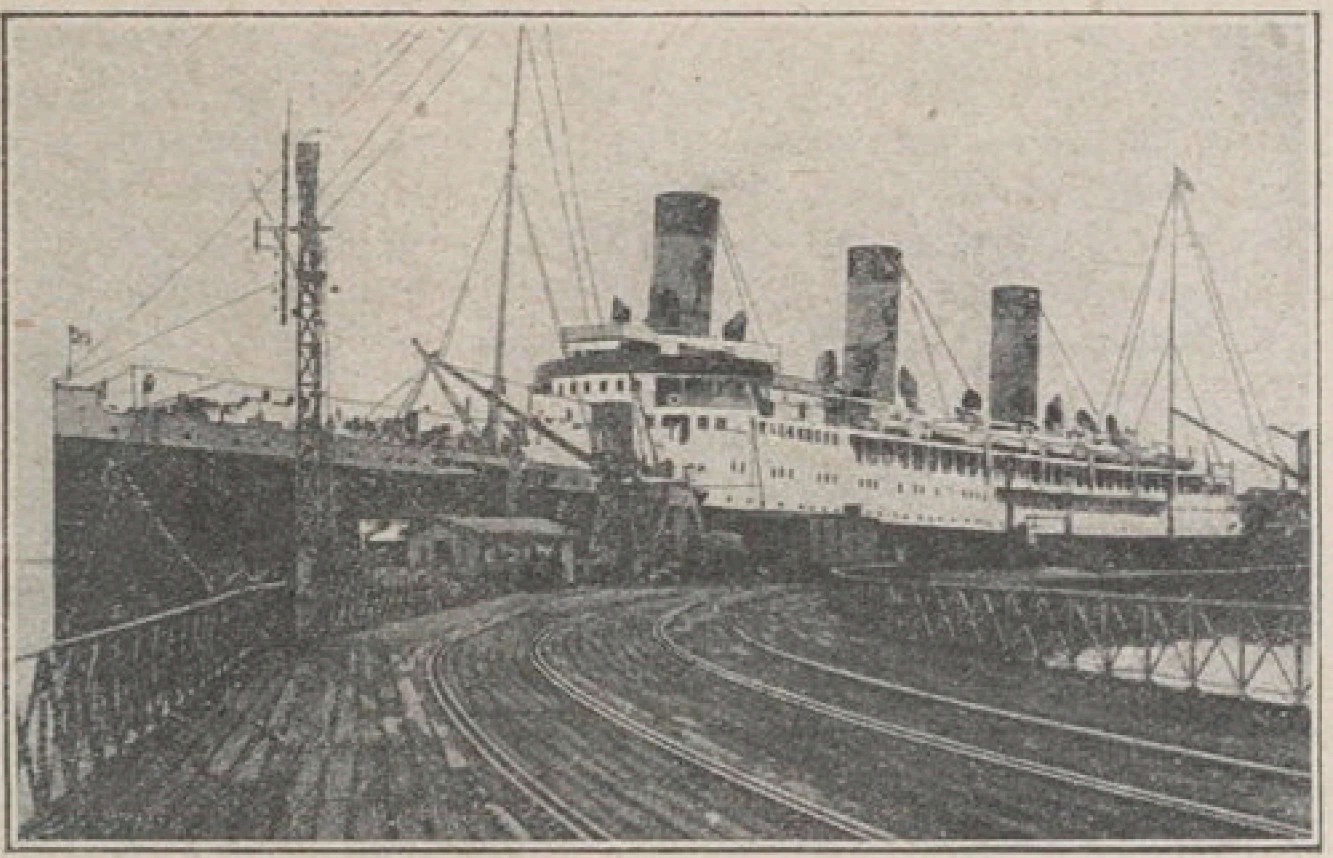
Le 13. — *Lenoir abat son septième avion. — 120 obus de gros calibres sur la gare de Metz-Sablons et les casernes de Metz. — L'ennemi lance des obus sur Reims qui détruisent l'hospice et font plusieurs blessés*

Le 19. — *Le sous-lieutenant Heurteaux abat son cinquième avion, et Guynemer descend très brillamment son quatorzième.*

Le 22. — *L'adjudant Dorme abat deux avions sur le front de la Somme.*

Le 24. — *Six zeppelins survolent l'Angleterre et lancent de nombreuses bombes, plusieurs immeubles sont détruits et une dizaine de personnes sont tuées ou blessées.*

Le 26. — *Treize avions allemands sont abattus ; Dorme abat son septième et Nungesser descend son quatorzième.*



LE CROISEUR AUXILIAIRE FRANÇAIS « GALLIA »

Ce paquebot a été torpillé dans la Méditerranée le 4 octobre 1916 par un sous-marin ennemi

Septembre

Le 1er. — *Dans la journée, dix appareils ennemis sont abattus sur tous les fronts, au nombre desquels le huitième de Dorme.*

Le 2. — *Treize zeppelins attaquent l'Angleterre ; deux morts, onze blessés, vingt-cinq maisons détruites dans la région de Londres. L'aviateur Robinson bombarde un des zeppelins, qui s'enflamme et tombe sur le sol.*

Le 3. — *Nous lançons 356 obus sur Metz et divers points stratégiques.*

Le 5. — *Un aviateur anglais coule un sous-marin allemand dans le port de Zeebrugge. — Guynemer abat son quinzième avion.*

Le 7. — *Les hydravions anglais bombardent avec succès l'aérodrome de Saint-Denis-Westrem, en Belgique.*

Le 9. — *Dans quarante combats aériens, l'ennemi subit des pertes sensibles. — Dorme abat son neuvième avion.*

Le 10. — *Nous lançons 480 bombes sur les gares et les dépôts ennemis de la région de Chauny. — Les adjudants Baron et Emmanuelli bombardent efficacement la poudrerie de Rottweil. — Un avion allemand bombarde Belfort : aucun résultat.*

Le 11. — *Bombardement des usines militaires de Bruges, des dépôts de munitions de Somme-Py et des casernes de Sarrebourg.*

Le 13. — *Les aviateurs autrichiens lancent des bombes incendiaires sur Venise et endommagent gravement la basilique Saints-Jean-et-Paul.*

Le 14. — *Quatre avions français bombardent Sofia, et l'un d'eux, poursuivant sa course, atterrit à Bucarest.*

Le 15. — *Activité considérable et heureuse des aviateurs français et anglais sur la Somme ; plusieurs appareils ennemis sont détruits ; Guynemer abat son seizième avion, Nungesser son douzième, Heurteaux et de Rochefort leur sixième, ainsi que Deullin.*

Le 16. — *Bombardement des hauts fourneaux de Rombach et d'Utkingen, ainsi que des voies ferrées au sud de Metz.*

Le 17. — *Dorme abat son dixième avion et Lenoir son huitième.*

Le 18. — *Heurteaux abat son septième avion et Tarascon son cinquième. — On signale la disparition de l'aviateur de Rochefort.*

Le 21. — *Un hydravion allemand lance trois bombes sur les environs de Douvres.*

Le 22. — *Journée marquée dans la Somme par cinquante-six combats ; Dorme abat son onzième appareil ; Lenoir abat son dixième dans la région de Verdun ; l'adjudant Baron va bombarder avec succès l'usine de Mannhein, sur la rive droite du Rhin.*

Le 23. — *Les aviateurs de Beauchamps et Dancourt lancent douze bombes sur les établissements Krupp. — Raid de quinze zeppelins sur l'Angleterre ; l'un d'eux s'abat en flammes ; un autre tombe dans les champs et son équipage est prisonnier. Il y a eu 28 morts et 99 blessés. — Guynemer abat ses dix-septième et dix-huitième avions.*

Le 25. — *Nouveau raid de zeppelins sur l'Angleterre, dirigé contre les agglomérations industrielles du Centre. Aucune usine n'est atteinte. 36 tués et 29 blessés. — Quarante-sept combats sur le front de la Somme. Deux cents obus lancés sur les hauts fourneaux de Dillingen, les usines de Sarrelouis et la gare de Metz. — Des avions ennemis bombardent Bucarest, tuant 60 personnes, dont plus de 40 femmes et enfants.*

Le 26. — *Sur le front de la Somme, l'aviateur Nungesser abat deux avions allemands et fait exploser un ballon captif.*

Octobre

Le 1er. — *Dix zeppelins attaquent l'Angleterre entre 11 heures et minuit. L'un d'eux tombe en flammes dans la banlieue de Londres.*

Le 2. — *L'adjudant Bloch abat son cinquième ballon captif et le maréchal des logis Vialet, son cinquième avion.*

Le 3. — *Sept avions allemands bombardent Bucarest, tuant ou blessant des femmes et des enfants, et détruisant des immeubles.*

Le 5. — *Un de nos avions bombarde le terrain d'aviation allemand de Colmar.*

Le 10. — *Les adjudants Baron et Chazard bombardent efficacement la fabrique de magnétos Bosch, à Stuttgard.*

Le 13. — *Un groupe de 40 avions alliés bombarde avec succès les fabriques de fusils Mauser, à Oberndorf (Wurtemberg).*

SUR MER

Août 1916

Le 12. — *Un zeppelin lance, sans l'atteindre trente bombes sur le steamer suédois* Norrland. — *En Méditerranée, le vapeur* Achille *et le voilier* Basile *sont torpillés et coulés par des sous-marins ennemis.*

Le 13. — *Un sous-marin allemand incendie le vapeur suédois* Pepito. — *Le contre-torpilleur anglais* Lassoo *saute sur une mine.*

Le 17. — *Le sous-marin* Deutschland, *venant des Etats-Unis, arrive à Brême.*

Le 19. — *Engagement naval dans la mer du Nord ; les Anglais perdent deux croiseurs légers et les Allemands deux sous-marins.*

Le 30. — *Le vapeur espagnol* Menorquin *est coulé par un sous-marin ennemi.*

Septembre

Le 1er. — *Apparition des flottes alliées devant le Pirée, pour faire pression sur la Grèce.*

Le 3. — *Le navire hollandais* Vielstrom *est bombardé par un zeppelin auquel il échappe.*

Le 17. — *Le sous-marin* Foucault *est coulé dans l'Adriatique par des hydravions autrichiens ; l'equipage est sauvé.*

Le 22. — *Attaqué et canonné par un sous-marin, le paquebot* Caucase, *des Messageries maritimes, parvient à lui échapper et rejoint heureusement Marseille.*

Le 30. — *Des sous-marins allemands sont signalés au nord de la Norvège où ils doivent surveiller la route d'Arkanghel.*

Octobre

Le 2. — *Le patrouilleur français* Rigel *entre en lutte avec un sous-marin allemand, est plusieurs fois torpillé et perd 17 hommes.*

Le 4. — *Le transatlantique anglais* Franconia *est coulé par un sous-marin ennemi ; — Le transport de troupes* Gallia *est torpillé en Méditerranée. Il y a plus de 600 morts, Français et Serbes.*

Le 7. — *Le sous-marin de guerre allemand* U-53 *entre dans le port de Newport après un voyage de dix-sept jours ; il repart au bout de quelques heures.*

Le 8. — *On mande de Rome qu'un navire de guerre autrichien a sauté devant Pola.*

Le 9. — *Le sous-marin allemand* U-53, *aidé, croit-on, de deux autres sous-marins, coule cinq ou six navires de commerce dans les eaux américaines. L'un de ces navires, le* Stephano, *avait à bord 30 Américains.*

Le 10. — *On annonce que sur la côte Mourmane, deux sous-marins allemands ont été coulés par un torpilleur russe.*

Le gérant : Lucien Josse. — Paris. — Imp. Verdier, 18, rue d'Enghien

CARTE PERMETTANT DE SUIVRE LES OPÉRATIONS MILITAIRES SUR LE FRONT FRANCO-ANGLAIS, EN MACÉDOINE GRECQUE

BIBLIOTHÈQUE MUSÉE

LE PROCHAIN NUMÉRO DE
" LA SCIENCE ET LA VIE "
PARAITRA EN SEPTEMBRE